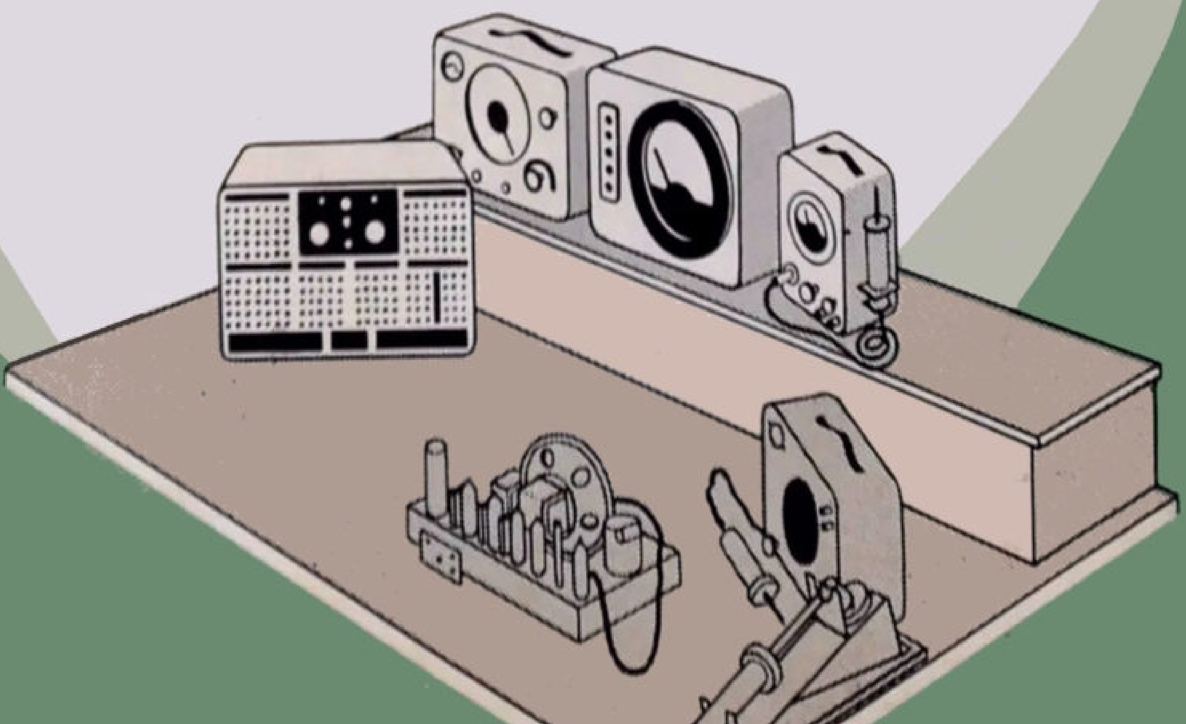
VAN HET ELECTRON TOT DE SUPER

DEEL 2 LESSEN 21 - 42

J. OTTE
Ph. F. SALVERDA
C. J. v. WILLIGEN

VAN HET ELECTRON TOT DE SUPER

'n eenvoudige cursus voor de radioservice-man



PHILIPS TECHNISCHE BIBLIOTHEEK

Gerestaureerd door Jos Verstraten - 2024

VAN HET ELECTRON TOT DE SUPER

DEEL 2 LESSEN 21 - 42

VAN HET ELECTRON TOT DE SUPER

VAN HET ELECTRON TOT DE SUPER

EEN EENVOUDIGE CURSUS VOOR DE RADIO-SERVICE MAN

U. D. C. Nr. 621.396.62

DOOR

J. OTTE
PH. F. SALVERDA
C. J. VAN WILLIGEN

VERBONDEN AAN DE CENTRALE SERVICE AFDELING DER
N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN TE EINDHOVEN

1954

PHILIPS TECHNISCHE BIBLIOTHEEK

MEDEDELING VAN DE UITGEVER:
DEZE CURSUS WORDT UITGEGEVEN IN NEDERLANDS, ENGELS, FRANS EN SPAANS

COPYRIGHT N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN TE EINDHOVEN (NEDERLAND)
NADRUK, OOK GEDEELTELIJK, VERBODEN
GEDRUKT IN NEDERLAND

ALLE IN DIT BOEK OPGENOMEN GEGEVENS WORDEN MEDEGEDEELD ZONDER OCTROOIGARANTIE VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN TE EINDHOVEN

WOORD VOORAF

Een goede radiomonteur is onmisbaar voor de radiohandelaar. Immers, met de verkoop van een radio-apparaat is het werk van een handelaar die prijs stelt op een goede reputatie, niet beeindigd. Behalve een kwaliteitsproduct, is een goede service nodig om tevreden klanten te kweken.
Iedere handelaar weet, dat tevreden klanten de beste en goedkoopste propaganda voor zijn zaak zijn en dat zij hem niet alleen weer nieuwe klanten bezorgen, maar tevens een bron van inkomsten betekenen door reparaties, met de daaruit voortvloeiende verkoop van nieuwe radiobuizen en onderdelen.
Hier is dus een belangrijke taak voor de radiomonteur weggelegd.

De publicatie van deze cursus beoogt goede monteurs te helpen vormen.

'Van het Electron tot de Super' is een populaire cursus voor de radio serviceman, bestaande uit een totaal van 42 lessen. Elke les behandelt een bepaald onderwerp en de gehele cursus is speciaal gebaseerd op de practijk van de Radio Service.
De theoretische principes zijn daarom slechts behandeld voor zover dit strikt noodzakelijk is, en op een zodanige wijze dat bereikt werd dat de cursus voor iedereen, met gevoel voor techniek, begrijpelijk is.
Een duidelijk inzicht wordt gegeven in de werking van een modern radio-ontvangtoestel, in het lezen van radio-technische schema's het gebruik van meetapparaten, het opsporen van fouten, enz. Bovendien geven de lessen nuttige wenken voor het localiseren en repareren van de meest optredende defecten. Verder werd aandacht besteed aan het inrichten van een service werkplaats met de daarvoor nodige apparatuur en gereedschappen.

Teneinde de cursus geschikt te maken vooral voor zelfstudie, is van elke les een korte samenvatting gegeven, waarin men de stof in gecomprimeerde vorm herhaald krijgt. Dit maakt het de cursist gemakkelijk zich de geleerde stof in het hoofd te prenten.
Ook hebben de auteurs,die in nauw contact staan met radio technische scholen, de waarde van vraagstukken maar al te goed leren kennen. Achter elke les is dan ook een aantal vragen ingelast, die de cursist bij zijn studie moet beantwoorden. Wil men nagaan of men de behandelde stof inderdaad begrepen heeft, dan is een serieuse beantwoording van deze vraagstukken noodzakelijk; zeker voor de zelfstudent.
Om het de zelf-student evenwel mogelijk te maken te contrôleren of zijn beantwoording van de vraagstukken juist is, werden ook de antwoorden ingelast.Om te voorkomen dat men vraag en antwoord tegelijk ziet, zijn deze antwoorden in gebonden vorm aan de cursus toegevoegd. Moge deze cursus, geschreven door auteurs die zelf midden in de practijk staan, voor allen, die zich voor radiomonteur willen bekwamen, of voor hen die reeds in de practijk werkzaam zijn en hun theoretische en practische kennis willen opfrissen, een leidraad bij hun studie zijn. Dan weten de auteurs zich beloond voor het vele, vele werk dat de samenstelling van deze inderdaad practische radiocursus eiste.

Eindhoven, Maart 1954

J. Otte
Ph. Salverda

VAN HET ELECTRON
TOT DE SUPER

INHOUD

A. ELECTRICITEIT

LES	HOOFDSTUK	TITEL
1	1	Wat is een atoom?
	2	Waaruit bestaat een atoom ?
	3	Wat is een electrische stroom?
	4	Spanning, stroom en weerstand
	5	Verband tussen spanning, stroom en weerstand. Wet van Ohm.
	6	Soortelijke weerstand.
	7	Warmteontwikkeling en vermogen.
	8	Invloed van de temperatuur op de weerstand (temperatuurscoëfficient)
2	9	Constructies van weerstanden
		a. Koolweerstanden
		b. Draadweerstanden
		c. N.T.C. weerstanden
	10	Serieschakeling van weerstanden.
	11	Constructies van potentiometers.
	12	Parallelschakeling van weerstanden.
3	13	Elementen.
	14	Lood-accumulator.
		a. Werking
		b. Constructie
		c. Onderhoud
	15	Schakelingen van elementen
		a. Serieschakeling
		b. Parallelschakeling
		c. Gemengde schakeling
		d. Oppositieschakeling
4	16	Magnetisme
	17	Het magnetische veld
	18	Electromagnetisme
	19	Spoel
	20	Spoel met ijzerkern
	21	Toepassingen van electromagnetisme
		a. Relais
		b. Electrische schel
5	22	Weekijzermeter
		a. Principe
		b1 Constructie
		b2 Demping
		b3 Schaal
		b4 Complete constructie
	23	Draaispoelmeter
		a. Principe
		b. Constructie

LES	HOOFDSTUK	TITEL
5	24	Het meten van stromen en spanningen.
		a. Het meten van stromen
		b. Het meten van spanningen.
		c. Gecombineerde spannings- en stroommeter
		d. Meting van meterweerstand
6	25	Wat is wisselstroom ?
	26	Inductiespanning en inductiestroom.
	27	Zelfinductie.
	28	Opwekken van een wisselspanning.
	29	Maximale, gemiddelde en effectieve waarde van een wisselspanning en -stroom.
		a. Gemiddelde waarde
		b. Effectieve waarde
	30	De rijwieldynamo.
	31	De 'Philishave' motor.
7	32	Faze en Fazeverschil.
	33	Gedrag van een Ohmse weerstand aangesloten op een wisselspanning.
	34	Gedrag van een spoel aangesloten op een wisselspanning.
	35	Wederzijdse inductie.
	36	Serie- en parallelschakeling van spoelen.
	37	De transformator.
	38	Wisselstroomverliezen.
		A. Huideffect
		B. Wervelstromen
		C. Koperverliezen
	39	Het afschermen van spoelen.
	40	Constructie van spoelen en transformatoren.
		A. H.F. spoelen en transformatoren
		a. Spoelkoker
		b. Wikkeling
		c. De kern
		d. De afscherming
		B. Transformator voor lage frequenties
8	41	Capaciteit.
	42	Schakelingen van condensatoren.
		A. Parallelschakeling van condensatoren
		B. Serieschakeling van condensatoren
		C. Gemengde schakeling van condensatoren
	43	Het gedrag van een condensator op een wisselspanning.
	44	Constructies van condensatoren.
		A. Variabele condensatoren
		a. De luchttrimmer
		b. De keramische trimmer
		c. De draadtrimmer
		d. De micatrimmer

LES	HOOFDSTUK	TITEL
8	44	B. Vaste condensatoren
		a. De mica condensator
		b. De papiercondensator
		c. De keramische condensator
		d. De electrolytische condensator
		e. De temperatuurcompensatie-condensator
9	45	Luchttrillingen.
	46	Het geluid.
	47	Het menselijk oor.
	48	De microfoon.
		a. Koolmicrofoon
		b. Electrodynamische microfoon
		c. Condensatormicrofoon
		d. Kristalmicrofoon
	49	De luidspreker.
	50	De koptelefoon.

B. RADIOTECHNIEK

LES	HOOFDSTUK	TITEL
10	51	Het overbrengen van geluid over een grote afstand.
	52	Het ontvangtoestel.
	53	De gemoduleerde draaggolf.
	54	De afstemkring.
	55	Het bandfilter.
11	56	Detectie (demodulatie).
	57	Enige eenvoudige ontvangers met een Germaniumdiode.
	58	Wisselstroommeters.
12	59	De radiobuis.
		A. Electronenemissie
		B. De kathode
		C. Voedingsbronnen voor de gloeidraad
		D. Buistypen
		E. Constructie
		F. Typenummering
13	60	Gelijkrichting (Voedingsgedeelte).
		A. Gelijkrichter voor aansluiting op wisselspanningsnetten.
		B. Afvlakking
		C. Gelijkrichter voor aansluiting op gelijk- en wisselspanningsnetten.
	61	Detectie.
14	62	De triode.
	63	De inwendige weerstand van een radiobuis (Ri).
	64	De steilheid van een radiobuis (S).
	65	De versterkingsfactor van een radiobuis (u)
	66	Wet van Barkhausen.

LES	HOOFDSTUK	TITEL
14	67	Het versterken van wisselspanningen met behulp van een radiobuis.
15	68	L.F. versterking.
		A. De koppeling
		B. De anodevoeding
		C. Negatieve roosterspanning
		D. Volumeregeling
	69	Eindversterking.
	70	Aanpassing.
16	71	L.F. versterker met weerstandskoppeling.
	72	Smoorspoelkoppeling.
	73	Transformatorkoppeling.
	74	Penthode als L.F. versterker.
	75	De penthode als eindbuis.
	76	Schemabespreking.
	77	Practische wenken.
		A. Brom
		B. Microfonie
17	78	De triode als oscillator.
	79	H.F. Versterking.
18	80	De service-oscillator.
	81	De Philips service-oscillator GM 2884.
	82	De Philips service-oscillator GM 2883/02.
19	83	De H.F. versterker voor meerdere golfbereiken
	84	De golfbereikschakelaar.
	85	Fading of sluiering.
	86	Fafing compensatie of automatische versterkings-regeling (A.V.R.).
	87	Vertraagde automatische versterkingsregeling.
	88	Bromcompensatie.
	89	Schemabeschrijving.
20	90	Het universeel meetapparaat GM 4257.
		1. De mogelijkheden.
		2. Mechanische opbouw.
		3. Electrische opbouw.
	91	De universele meetbrug 'Philiscop
		a. Principe van de brug van Wheatstone
		b. De 'Philoscop' GM 4144.
21	92	Principe van de superheterodyne ontvanger.
	93	De mengtrap.
	94	Schakelingen van mengbuizen.
		A. Triode-hexode en triode-heptode
		B. Heptode mengbuis.

LES	HOOFDSTUK	TITEL
21	95	Gegevens van mengbuizen.
		a. Mengsteilheid.
		b. Conversieversterking.
22	96	De buisvoltmeter.
	97	De Moullin voltmeter.
	98	GM 7635.
	99	Practisch gebruik van de GM 7635.
	100	De versterkervoltmeter GM 6005.
23	101	Een ontvangtoestel met 3 frequentiebereiken.
	102	L.F. tegenkoppeling.
	103	Compleet L.F. deel van een ontvanger.
24	104	Een tweede functie van de A.V.R.
	105	Bandspreiding.
	106	Ontvanger met bandspreiding.
		1. De Colpittsschakeling
		2. Parallelschakeling van S29 resp. S30
25	107	De voeding van het ontvangtoestel.
		a. Wisselstroomvoeding
		b. Gelijkstroom/wisselstroomvoeding
		c. Accuvoeding
		d. Batterijvoeding
		e. Batterij- en wisselstroomvoeding
	108	Afstemindicator.
		a. De afstemindicator, bekend onder de naam 'Magisch oog'.
		b. De afstemindicator DM 71
26	109	De toongenerator.
	110	De Philips toongenerator GM 2307.
	111	De Philips toongenerator GM 2315.
27	112	Het afregelen (trimmen) van een ontvanger.
		I M.F. kringen
		II Oscillator- en H.F. kringen
		III H.F. kringen met raamantenne
		IV H.F. kringen met 'Ferroceptor' antenne
		V M.F. antennefilter
	113	Trimvoorschrift van de superheterodyne-ontvanger van fig. 11.
28	114	Storingsonderzoek.
	115	De Philips signal-tracer GM 7628.
29	116	Een complete superheterodyne ontvanger.
	117	Het meten van de trapversterkingen.
30	118	Beschrijving van een superheterodyne ontvanger voor wisselstroomvoeding.

LES	HOOFDSTUK	TITEL
30	119	Het meten van de trapversterkingen.
31	120	Een luxe superheterodyne-ontvanger met balans-eindtrap. a. H.F.- en mengtrap b. M.F. trap c. A.V.R.-schakeling d. De volume- en toonregeling e. Balans-eindtrap + fase-omkeerschakeling f. Voeding g. Spanningen en stromen h. Het meten van de trapversterking
32	121	Frequentie-modulatie. 1. De frequentie-detector of discriminator 2. De amplitudebegrenzer 3. De M.F.-versterktrap 4. De antenne
33	122	Beschrijving van een gecombineerde AM/FM ontvanger. A. Beschrijving van het MF-gedeelte B. Beschrijving van het AM-gedeelte C. Het afregelen van de ontvanger
34	123	De electronenstraal-oscillograaf.
	124	De Philips electronenstraal-oscillograaf GM 5655/01.
35	125	Een toepassing van de electronenstraal-oscillograaf.
	126	De Philips frequentie-modulator GM 2886.
	127	Visuele controle van de afstemkromme.
36	128	De gramofoonplaat.
	129	Gramofoonopnemer of pick-up a. De electro-magnetische pick-up b. De electrodynamische pick-up c. De kristal pick-up
	130	De electrische gramofoon.
37	131	Mechanische constructies in ontvangtoestellen. a. Materiaaleisen en toleranties b. Levensduur c. Dode gang d. Contacten e. Smeermiddelen
	132	Luidsprekerreparaties.
	133	Het repareren van de golfbereikschakelaar.
	134	Het repareren van houten radiokasten.
	135	Schaalaandrijving.

LES	HOOFDSTUK	TITEL
38	136	Resumerend overzicht van de storingsdeterminatie.
	137	Netstoringen.
39	138	Inrichting van de werkplaats.
	139	Meubilair van de werkplaats.
	140	Verlichting van de werkplaats.
40	141	Gereedschappen.
41	141	Gereedschappen (voortzetting).
42	142	De electrische inrichting van de werkplaats. a. De antenne b. Aardleiding c. Maatregelen tegen netstoringen d. Electrische inrichting van de werktafel voor radioreparaties
	143	Wenken voor de veiligheid en gezondheid in de werkplaats.
	144	Eerste hulp bij ongelukken.

ALPHABETISCHE INDEX

	LES	Blz.
Aanpassing	15	7
Aanpassingstransformator	15	7
	16	4
Aanpassingsweerstand	15	7
Aardleiding	42	5-6
Accoustische terugkoppeling	8	14
Accumulator	3	4-8
Accuvoeding	12	5
	25	3
Afbuiggevoeligheid	34	9
Afbuigplaten	34	3-4
Afknijpspanning	14	4
Afregelen van een FM-ontvanger	33	8-9
Afregelen van kringen	27	1-8
Afschermen	7	11-12
Afscherming	7	14
	17	5
Afstemcondensator	8	13
Afstemindicator	25	8-12
	33	6
Afstemindicator DM 71	25	12
Afstemindicator EFM1	26	7
Afstemindicator EM34	25	10-11
Afstemkring	10	6-19
Afstemscherpte	25	8
Afvlakfilter	13	5-6
Afvlakking	13	5-7
AM/FM-ontvanger	33	1-8
Ampère	1	7
Ampèremeter	5	10
Ampère-windingen	4	6
Amplitude	6	11
Amplitude-begrenzer	32	10-11
	33	5
Amplitude-begrenzing	32	8, 10-11
Amplitude-modulatie	10	1
	11	1
	32	1-2
Anion	3	1
Anker	6	16
Anode	3	1
	12	1, 6
Anode batterij	3	3, 11
Anodedetector	22	2-3
Anodedissipatie	15	8
Anode-roostercapaciteit	17	3-4
Anodespanning	14	2
Anodestroom	14	2
Anodevoeding	15	2
Antenne	32	11-16

	LES	BLZ.
Antenne-aanleg	42	1-3
Antennefilter (MF)	23	5-6
	27	7
Antenne-isolator	42	2
Antennekoppeling, capacitieve-	11	7
	23	[illegible]
Antennekoppeling, inductieve-	11	7
	23	5
Antibromwikkeling	19	13
Atoom	1	2-4
Avegaar	41	13
A.V.R.	19	7-12
	24	1-3
A.V.R. spanning, controle van-	28	5
Automatische versterkingsregeling	19	7-12
	24	1-3
Autoradio	25	5-6
Autotransformator	11	14
Backlash	8	14
Balansschakeling	31	8-11
Bandbreedtemeting	35	9
Bandbreedteregeling	31	3
Bandfilter	10	17-19
Bandmicrofoon	9	6
Bandspreiding	24	3-6
Bankschroef	41	8
Barkhausen, wet van	14	8
Basschakelaar	23	12
	31	5
Basterdvijl	41	1
Batterij	3	10
Batterij, droge-	3	2-3
Batterij- en wisselstroomvoeding	25	6-7
Batterijvoeding	12	5
	25	6
Beaumé	3	7
Beampower buis	16	7
Bevestiging van spoelen	7	15
Binnencentrering	9	10-11
	37	5
Blikschaar	41	11
Blokvijl	41	1
Boorkop	41	3-4
Boormachine	41	3-4, 12
Boormachine, borst-	41	3
Boormachine, electrische hand-	41	12
Boormachine, electrische tafel-	41	4
Boormachine, hand-	41	3

	LES	Blz.
Brandblussers	42	12
Brom	12	5
	16	9
	29	1
	31	13
Bromcompensatie	19	12-13
Brug van Wheatstone	20	9-10
Buffercondensator	13	3
Buidelelement	3	3
Buigtang, platte-	40	12
Buigtang, ronde-	40	12
Buisvoltmeter	22	1-10
Buisvoltmeter GM 7635	22	5-9
Buitencentrering	9	10-11
Cag	17	3-4
Capaciteit	8	1-5
Capaciteit, eenheid van -	8	3
Capaciteitsmeting	20	6-7, 11
Capacitieve antennekoppeling	23	5
Cascade-ontvanger	10	3
	21	1
Cathode follower	22	8
Centerboren	41	13
Centerpons	41	2
Centrering van luidspreker	9	9-10
Centrifugale kracht	1	4
Collector	6	16
Colpitts-oscillator	17	3
	24	7-10
	31	3
Combinatietang	40	4
Compounderen	7	17
Condensator	8	2-20
Condensator, afstem-	8	13
Condensator, doos-	8	17
Condensator, electrolytische-	8	18-19
	13	7
Condensator, keramische-	8	18
Condensator, papier-	8	17
Condensator, persblok-	8	17
Condensator, rolblok-	8	17
Condensator, schuif-	8	14-15
Condensator, temperatuurcompensatie-	8	19-20
Condensator, trimmer-	8	15-16
Condensator, variabele-	8	13-16
Condensator, vaste-	8	17-19
Condensatoraandrijving	37	15

	LES	Blz.
Condensator op een wisselspanning	8	8-11
Contacten	37	3
Contactlippen, stator-	37	11-12
Contactstukken, rotor-	37	10-11
Conusmal	37	7
Conversiesteilheid	21	11
Conversieversterking	21	11
Coulomb	1	6
	8	3
Cycles per seconde (s/c)	6	10
Cylindrische wikkeling	7	14
Dassenklem	40	11
Demodulatie	11	1-5
Demping van een meter	5	3,9
Dempingskamer	5	2-3,5
Dempingsvleugel	5	2-3,5
Dempingswikkeling	5	10
Detectie	11	1-5
	13	9-11
Detector	10	3
	29	5
Detector, anode-	22	2-3
Detector, diode-	19	8
Diameter	1	9
Dielectriciteitsconstante	8	4
Dielectricum	8	4
Diode	12	1,6
	13	9
Diodedemping	23	2
Diodedetectie	13	9 11
Diodedetector	19	8
	29	5
Diode karakteristiek	12	7
Dipool antenne	32	16
Discriminator	32	3,5-10
Discriminatorkromme	33	4-5
Dode gang	37	3
Doofspanning	34	8
Doorslag	41	2,16
Doorslagspanning	34	8
Doorsnede	1	9
Doorverbindingen, rotor-	37	10-11
Dooscondensator	8	17
Dopsleutels	40	13
Dopsleutel voor electrolytische condensatoren	40	8
Draadpotentiometer	2	9

	LES	Blz.
Draadsnijden	41	6,15-16
Draadstripper	40	12
Draadtrimmer	8	16
Draadweerstand	2	3-4
Draadweerstand, geemailleerde-	2	4
Draadwijzer	5	3
Draaggolf	10	1,4
Draaicondensator	8	13
Draaispoelmeter	5	5-10
	11	8
Draaispoeltje	5	7-8
Drie-diodenschakeling	31	4-5
Drievinger-regel	6	9
Dubbelfasige gelijkrichter	13	9-10
	11	1-4, 7
Duodiode-pentnode	30	3
Duodiode-triode	14	2
	15	10
Dynamische karakteristieken	14	9
Dynamische steilheid	14	11
Dynamisch storingsonderzoek	28	1-2
Dynamo	6	7,14
Edelgasveiligheid	42	5
Eenknops afstemming	17	6
Effectieve waarde (van wisselstroom of spanning)	6	12
Ei-isolator	42	2
Eigen capaciteit	7	14
Eindbuis	15	6
	16	6
Eindversterking	15	5-6
	16	6
Electrische schel	4	10
Electrische stroom	1	5
Electro-dynamische luidspreker	9	9-11
Electro-dynamische microfoon	9	4,6-7
Electro-dynamische pick-up	36	5
Electrolyse	3	1
Electrolytische condensator	8	18-19
	13	7
Electrolytische condensator, meten van een-	20	13-14
Electromagneet	4	7
Electromagnetische demping	5	9-10
Electromagnetische pick-up	36	3-5
Electromagnetisme	4	4
Electromotorische kracht	1	5
Electron	1	3-4

	LES	Blz.
Electronenemissie	12	1-4
Electronenstraalbuis	34	2-5
Electronenstraal-indicator	25	8-10
Electronenstraal-oscillograaf	34	1-13
	35	1
Electronenstraal-oscillograaf, GM 5655/0'	34	11-13
Electronenstroom	1	5
Element	3	2
Element van Leclanche	3	2
Elementen, gemengde schakeling van-	3	11
Elementen, oppositieschakeling van-	3	12
Elementen, parallelschakeling van-	3	11
Elementen, serieschakeling van-	3	10-11
EMK	1	5
EMK van inductie	6	4-5
EMK van zelfinductie	6	6
Enkelfasige gelijkrichter	11	9
	13	1-2, 8-9
Enneode	32	8
Fading	19	5-7
	24	1
Fading compensatie	19	7-12
Farad (F)	8	3
Fase	6	12
	7	1-2
Fasedetector	32	8-10
Fase-omkeerbuis	31	12-13
Fase-omkeertrap	31	11-13
Fasevariatie	32	7
Faseverschil	7	1-2
Faseverschuiving	7	1-2
'Ferroceptor'-antenne	27	6
Figuurzaag	41	15
Fitting-schroevedraaier	40	6
Fluitfilter	31	7
Flux	4	4
Focusseren	34	3
Focusseringsanode	34	3
Formeren van een condensator	20	14
Frequentie	6	10
	9	2
Frequentieband	10	5
Frequentiedetector	32	5-10
Frequentie-karakteristiek	16	1
Frequentie-modulatie	10	1
	32	1-3
Frequentie-modulator	35	4

	LES	Blz.
Frequentie-modulator GM 2886	35	5-7
Frequentie-transformatie	21	1,8
	26	2
Frequentiezwaai	32	3
Gauss	4	7
Gedempte trilling	10	8
	17	1
Geleiders	1	6
Geleidingsvermogen	1	10-11
Gelijkrichtbuis	13	1,3
Gelijkrichter	11	2-4
	13	1-9
Gelijkrichter, dubbelfasige-	13	1-4,7
Gelijkrichter, enkelfasige-	13	1-2,8-9
Gelijkrichter, laad-	41	17
Gelijkrichting, dubbelfasige-	11	9-10
Gelijkrichting, enkelfasige-	11	9
Gelijkrichtkarakteristiek	11	3
	13	3
Gelijkspanningsmeting	20	4
Gelijkstroom	6	1
Gelijkstroommeting	20	4
Gelijkstroom-voormagnetisatie	31	9
Gelijkstroom/wisselstroomvoeding	12	6
	25	1-2
Geluidsterkteregeling	15	5
Gemengde schakeling van condensatoren	8	7-8
Gemengde schakeling van elementen	3	11
Gemiddelde waarde (van wisselstroom of-spanning)	6	11
Generator	17	1
Gereedschappen	40	1-13
	41	1-17
Germanium diode	11	3
Gloeidraad	12	2
Gloeidraadbrom	29	1-2
Gloeispanning	12	3
Golfbereiken	10	5
	19	1
Golfbereikschakelaar	19	1-5
Golfbereikschakelaar, repareren van	37	7-14
Golfgebieden	10	5
	19	1
Golflengte	9	2
	10	4
Graetz-schakeling	11	9-10
Gramofoon, electrische	36	7-8

	LES	Blz.
Gramofoonaansluiting	23	6
	36	6
Gramofoonmotor	36	7-8
Gramofoonopnemer	36	1-6
Gramofoonplaat	36	1-2
GW-voeding	12	6
	25	1-2
Hageleffect	30	2
Halfrond vijl	41	1
Halfzoet vijl	41	1
Hamer	41	2,8
Hamerslag	40	7
Handboormachine	41	3
Handpalmregel	4	6-7
Handzaag	41	11
Harmonische	31	9
Hartley-oscillator	17	3
	24	7
Heenslag	34	5
Hefboom-kniptang	41	7
Henry	6	7
Heptode	21	9-10
Herz	6	10
Hexode	21	9
H.F. spoelen	7	12-16
H.F. trillingen	10	1
H.F. versterker	19	1
H.F. versterking	17	3-6
Honingraatspoel	7	14
Hoogfrequent	6	10
Hoogkant kruiswikkeling	7	11
Huideffect	7	10
Impedantie	10	12
Inductie, magnetische-	4	2,7
Inductie, statische-	8	2
Inductiespanning	6	3-5
Inductiestroom	6	3-7
Inductieve antennekoppeling	23	5
Inloopgroef	36	2
Inwendige weerstand (Ri)	14	4-5
Ion	1	5
Ionosfeer	19	6

	LES	Blz.
Isolatiebeproeving	20	7
Isolator	1	6
Isolator, antenne-	42	2
Kanaal	10	5
Karakteristieken van een radiobuis	14	2-3
Kathode	3	1
	11	3
	12	1-5
Kathodekoppeling	22	8
Kathodestraaloscillograaf	34	1-13
	35	1
Kathodestraaloscillograaf GM 5655/01	34	11-13
Kathodeweerstand	15	3
Kation	3	1
Keelspiegel	40	8
Keramische trimmer	8	16
Kilo-Herz (kHz)	6	10
Kilo-ohm	1	7
Klankbord	9	11
Klankverstrooier	9	11
Klasse A-instelling	31	10
Klasse AB-instelling	31	11
Klasse B-instelling	31	11
Klauwhamer	41	2
Klauwplaten	41	8
Klemspanning	3	9
Kneep	12	9
Knijptang	41	15
Koevoetje	41	17
Kompas	4	1
Koolkamer	9	4
Koolmicrofoon	9	4-6
Koolpotentiometer	2	7-8
Koolweerstand	2	1-2
Koolweerstanden, standaardreeks-	2	2
Koperverliezen	7	11
Kopkniptang	40	12
Koppelcondensator	15	1-2, 6
Koppeling, kritische-	10	18-19
Koppeling, onderkritische-	10	18-19
Koppeling, overkritische-	10	18-19
Koptelefoon	9	11-13
Kortsluiting	3	9
Kortsluitstroom	3	9
Koubeitel	41	3
Kraakstoringen	38	4-5
Krachtlijnen	4	3-5

	LES	Blz.
Krachtstroom	4	4
Kraspen	41	10
Kristaldetector	11	3
Kristalmicrofoon	9	4,8
Kristalontvanger	11	6,8
Kristal-pickup	36	5
Kunstantenne	18	3,7
Kwadratische schaal	5	4
Kwaliteitsfactor (Q)	10	15
Laag doorlaat-filter	26	4
Laagfrequent	6	10
Laagfrequent-versterking	15	1-5
	16	1-5
Lading	1	3
Lamellen (kern)	7	11,17
Lange bektang	40	4
Lenz, Wet van -	5	10
L.F. generator	26	1
L.F. transformator	7	16,18
L.F. trillingen	10	1
L.F. versterker met smoorspoelkoppeling	16	2-3
L.F.versterker met transformatorkoppeling	16	3-4
L.F.versterker met weerstandskoppeling	16	1-3,5
L.F.versterking	15	1-5
	16	1-5
Lineaire schaal	2	8
	5	4
Liniaal, stalen -	41	16
Litzedraad	7	10
Logarithmische schaal	2	8
Loodaccumulator	3	4-5
Lopercontact van potentiometer	2	7-8
Lorentz-kracht	5	6-7
	9	9
Luchtdemping	5	2-3
Luchttrimmer	8	15
Lucht-zuurstof-element	3	4
Luidspreker	9	9-11
Luidsprekerreparaties	37	4-7
Luidsprekertransformator	15	7
	16	4
Magisch oog	25	8
Magneet	4	2
Magneet, permanente-	4	3
Magneetmal	37	4

	LES	Blz.
Magnetische inductie	4	2,7
Magnetische koppeling	7	7
Magnetische shunt	5	9
Magnetisch veld	4	3-5
Magnetische verzadiging	4	9
Magnetisme	4	1-3
Mal, 15° -	27	4
mA-meter	5	10
Maximaalschakelaar	42	8-9
Maximale waarde (van een wisselspanning of stroom)	6	10
Maxwell	4	4
Mechanische constructies	37	1-4
Meelopend geslingerde wikkeling	7	14
Meetapparaat, universeel -	20	1-9
Meetbrug, universele -	20	9
Meetkop GM 4575	34	12
Meetnauwkeurigheid	20	1
Meetsnoeren, rekje voor -	39	13
Megaherz (MHz)	6	10
Megohm	1	7
Membraan	9	5
Membraan-microfoon	9	6
Mengbuis	21	1-2,8-11
Mengsteilheid	21	11
Mengtrap	21	4-10
Meswijzer	5	3,5
Metaalgelijkrichter	20	9
Meten van meterweerstand	5	16
Meten van spanningen	5	13-15
Meten van stromen	5	10-13
Meterbeveiliging	20	8-9
	22	7
Meting van bandbreedte	35	9
Meting van electrolytische condensatoren	20	13-14
Meting van Ia/Vg en Ia/Va karakteristieken	14	2
Meting van trapversterking	29	3,6
M.F.afstemkromme	35	1-3
M.F.kringen	27	1-2
Micatrimmer	8	16
Microfarad (uF)	8	3
Microfonie	8	14
	16	9
Microfoon	9	3-8
	36	3
Microgroef-platen	36	2
Micro-Henry (µH)	6	7
Micromho	14	7
Middenfrequentie	21	1-2
Milli-Henry (mH)	6	7

	LES	Blz.
Miniatuurbuizen	12	11-12
Modulatie	10	2
	21	2
Modulatiediepte	10	4
Modulatiefrequentie	18	4
Modulatorbuis	21	2
Moduleren	10	1
Moersleutel, verstelbare-	40	11
Moleculair-magneetjes	4	2
Motor	6	16-17
Moullin voltmeter	22	1-2
Naijlen	7	5
Nano-farad (nF)	8	3
Negatief	1	3
Negatieve roosterspanning	15	3
Neonbuis	18	3-4
	34	7
Netstoringen	38	6-7
	42	6-7
Nonius	41	9
Noordpool van een magneet	4	1
Noval-buizen	12	11-12
N.T.C. weerstand	2	4-5
	13	9
	25	2
Nulindicator	20	11
	26	7
Nullast	3	10
Nulpuntscorrectie	5	2
Octalhuls	12	10-11
Oersted	4	4
Ohm	1	7
Ohm, wet van	1	8
Ohm per Volt (Ω/V)	5	15
Oliekannetje	40	10
Omslagboor	41	13
Ongedempte trilling	10	7
	17	1
Ongelukken, eerste hulp bij-	42	14-18
Ontkoppelcondensator	15	4
Ontkoppeling	15	4,9
Ontstoring	42	6-7
Oor	9	3
Oppositieschakeling van elementen	3	12

	LES	BLZ.
Opslingering	24	2
Oscillator	17	1-3
Oscillator, Colpitts-	17	3
	24	7-10
	31	3
Oscillator, Hartley-	17	3
	24	7
Oscillator, inductief gekoppelde-	17	1-3
Oscillator, T.P.T.G.-	17	3
Oscillatorfrequentie	21	4-5
Oscillatorschakeling	23	3-5
Oscillatorspanning, contrôle van -	28	5
Oscillograaf	34	1
	35	1
Oscilloscoop	34	1
Oxydkathode	12	3
Padding-afwijking	21	7
Padding condensator	21	6
Padding-kromme	21	6
Parallax	5	3
Parallelkring	10	11
Parallelschakeling voor condensatoren	8	6
Parallelschakeling van elementen	3	11
Parallelschakeling van spoelen	7	7
Parallelschakeling van weerstanden	2	9-12
Pentagrid	21	10
Penthode	12	10
	16	4-5
	17	4
Penthode als eindbuis	16	6
Penthode als L.F. versterker	16	4-5
Periode	6	10
Permeabiliteit	4	7
Permeabiliteitsfactor	4	9
Persblokcondensator	8	17
Philishave	6	16-17
Philoscope GM 4144	20	9-14
Physiologische volumeregeling	23	2
	31	5
Pick-up	36	1-6
Pick-up-aansluiting	36	6
Picofarad (pF)	8	3
Piëzo-electrische pick-up	36	5
Pincet	40	6
Platenwisselaar	36	9-10
Politoeren	37	14-15
Pompstengel	12	10

	LES	Blz.
Positief	1	3
Potentiometer	2	6-9
Potkern	7	14
Primaire	7	8
Proton	1	3
Puntlagering (van een meter)	5	2
Push-pull schakeling	31	8
Pijlwijzer	5	8
Pyrex-isolator	42	2
Raamantenne	27	6
Radiobuis	12	1-12
Radiogolven	10	1
Radiokasten, repareren van -	37	14-15
Rasp	41	1
Ratio-detector	32	5-8
	33	4
Rawlplug-beitel	41	14
RC-generator	26	8-9
Reactantie	7	4
Reactantie, capacitieve -	8	10
Reactantie van een spoel	7	4
Reactantiebuis	35	5
Rechtuit-ontvanger	10	3
Regelkarakteristiek	19	10, 12
Regelpenthode	19	8
Relais	4	9
Remanent magnetisme	4	3
Remrooster	16	4-5
Rendement	31	11
Reservoircondensator	13	3
Resonantie	10	10
Resonantiefrequentie	10	9-10
Resonantiekromme	10	17
	35	1-3, 7-9
Ri	14	4-5
Rimlockbuizen	12	11-12
Rimpelspanning	13	3-4
	15	10
	19	12
Rolblokcondensator	8	17
Rondvijl	41	1
Rooster	12	8
	14	1
Rotor	6	14
Rotor (van schakelaar)	19	2
Rotorplaten	8	13
Ruimtelading	12	2
	23	3

	LES	Blz.
Ruis	30	1-2
Rijwieldynamo	6	14-15
Schaalaandrijving	37	15
Schaalverlichtingslampje	2	4-5
	13	8-9
Schaar	40	5
Schakelaarsegment	19	2
Schakelaarvloeistof	40	9
Scheidingstransformator	27	8
	42	8
Schemabeschrijving	29	1-6
	30	1-5
	31	1-14
	33	1-8
Schermrooster	16	4-5
	17	4
Schroozaag	41	15
Schroevedraaier, haakse -	40	12
Schroevedraaiers	40	6
Schuifcondensator	8	14-15
Schuifmaat	1	9
	41	9
Schijnbaar vermogen	7	6
Secundaire	7	8
Secundaire emissie	16	4
Selectiviteit	10	15-17
	21	1,3
Seleencel	25	7
Seriekring	10	13
Serieschakeling van condensatoren	8	6-7
Serieschakeling van elementen	3	10-11
Serieschakeling van spoelen	7	7
Serieschakeling van weerstanden	2	5-6
Service-oscillator	18	1-9
Service-oscillator GM 2883/02	18	7-9
Service-oscillator GM 2884	18	5-7
Shunt, electrische -	5	10
Shunt, magnetische -	5	9
Shuntweerstand	5	11
Signaalvolger	28	2
Signal-tracer GM 7628	28	2-8
Signal-tracing	28	2
Sinusvormige spanning	6	10
Skin effect	7	10
	10	8
Slagcijfers	41	17
Slagletters	41	17

	LES	Blz.
Sleutel, verstelbare -	40	11
Sleutelbuizen	12	11-12
Sleutelvijltjes	41	15
Sluiering	19	5-7
Slijpmacnine	41	7
Smeermiddelen	37	3
Smoorspoelkoppeling	16	2-3
Snelheidsregelaar	36	8
Snijkop	41	15-16
Soldeerbout	1	11
	40	7
Soldeerbouthouder	39	6
Soldeercontact	38	1
Soldeerspiraal	39	6
Solenoide	4	5
Soortelijk geleidingsvermogen	1	10-11
Soortelijke weerstand	1	9
Spanning, eenheid van -	1	7
Spanningscarrousel	25	3
Spanningsdeler	2	6
Spanningsevenwicht	20	10
Spanningsgenerator, radiobuis als -	14	11
Spanningsmeter	5	13
Spanningsstabilisatie	18	3-4
Spanningstegenkoppeling	23	9-10
Spiegelaflezing	5	3
Spiegelfrequentie	21	7
Spiraalboren	41	5
Spoel	4	5-3
Spoel met ijzerkern	4	6-9
Spoel op een wisselspanning	7	3-6
Spoelmicrofoon	9	6
Spreekspoel	9	9
Stappen-potentiometer	2	9
Statische inductie	8	2
Statische karakteristieken	14	9
Stator	6	14
Stator van schakelaar	19	2
Statorplaten	8	13
Steekpasser	41	11
Steeksleutels	40	13
Steilheid	14	6
Steilheid, dynamische-	14	11
Stofbril	41	7
Stofkwast	40	9
Storingsdeterminatie	28	1-2
	38	1-6
Storingsonderzoek	28	1-2
Straling	18	2
Stroboscopische schijf	36	9

	LES	Blz.
Stroomcompensatie	22	4
Stroommeter	5	10
Stroomsterkte, eenheid van -	1	7
Stroomtegenkoppeling	23	9-11
Stroomtransformator	11	13-14
	20	4-5
Stuurrooster	12	8
	14	1-2
Subminiatuurbuizen	12	11-12
Sulfateren	3	6
Superheterodyne ontvanger	21	1-4
Synchronisatie	34	5
Synchroontriller	25	4
Tafellamp, verstelbare -	39	14
Taphouder	41	6
Tappen	41	6
Tegenfase	7	2
Tegenkoppel	5	2
Tegenkoppeling	15	4
	23	7-9
	29	2-3
Telefooncondensator	11	6
Temperatuurcompensatie-condensator	8	19
Terugslag	34	5
Testpennen	40	11
Tetrachloorkoolstof	40	9
Tetrode	17	4
Toongenerator	26	1-10
Toongenerator GA 2307	26	2-8
Toongenerator GA 2315	26	8-10
Toonregeling	16	8
	23	9-13
	31	5-7
T.P.T.G. oscillator	17	3
Transformatieverhouding	7	8
Transformator	7	8-9, 16
Transformatorkoppeling	16	3-4
Transport van apparaten	37	2
Trapversterking	24	2-3
	28	3-4
Trapversterkingsmeting	29	3-6
	30	4-7
Triller	25	3-6
Trilleromvormer	25	3
Trimdopsleutel	27	7
	40	10
Trimfrequenties	27	4-5

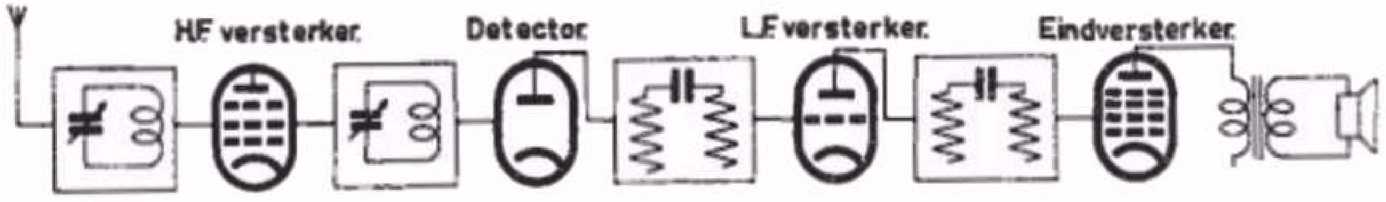
	LES	Blz.
Trimmer	17	6
	27	1
Trimmer, draad-	8	16
Trimmer, keramische -	8	16
Trimmer, lucht-	8	15
Trimmer, mica -	8	16
Trimmercondensator	8	15-16
Trimschroevedraaier	27	7
	40	10
Trimtransformator	18	1
	27	1
	40	11
Trimvoorschrift	27	9-10
Trimvoorschrift van F.M.-ontvanger	33	8-9
Triode	12	8
	14	1-8
Triode, dubbele -	31	12-13
Triode-heptode	21	8-9
Triode-hexode	21	8-9
Triple-diode-triode	33	5
Tijdas-generator	34	6-9
Typenummering van radiobuizen	12	12-13
Uitloopgroef	36	2
Universeel meetapparaat GM 4257	20	1-9
	38	2
Universeel meter	11	15-16
Universele shunt	5	12-13
Valproef	37	2
Veermoment	5	2
Veldsterkte	4	4
Veldsterkte, eenheid van-	4	4
Veldsterkte (bij een condensator)	8	5
Verlichting van werkplaats	39	13-14
Verliesweerstand	10	10
Vermogen, eenheid van -	1	12
Vermogen, electrisch -	1	12
Vermogen, schijnbaar -	1	6
Verstemming	23	3
Versterkbuis	14	8
Versterkervoltmeter GM 6005	22	8-10
Versterking	14	8-12
Versterkingsfactor	14	7
Vertraagde A.V.R.	19	10-12
	31	4

	LES	Blz.
Vervorming	16	1
	23	7-8
	31	9
Verzwakker	18	3
Vibrator	25	3-6
Vlakbeitel	41	7
Vliegwielaandrijving	8	14
Voeding	13	1-9
	25	1-7
	29	1
Voedingsgedeelte	13	1-9
Voedingstransformator	7	16-18
Volt	3	2
Volt-ampere (VA)	7	6
Voltmeter	5	13
Voltmeter, Moullin -	22	1-2
Volumeregeling	15	5
	23	2
Voorijlen	7	2
Vrije electronen	1	5
Vijlen	41	1, 15
Vijlenborstel	41	1
Watt	1	12
Wederzijdse inductie	7	6
Weekijzer	4	3
Weekijzermeter	5	1-5
	11	8
Weerstand	1	7
Weerstand, draadgewonden -	2	3-4
Weerstand, eenheid van -	1	7
Weerstand, kool -	2	1-2
Weerstand, N.T.C. -	2	4-5
Weerstand op een wisselspanning	7	3
Weerstand, soortelijke -	1	9
Weerstanden, codering van -	2	2-3
Weerstanden, constructies van -	2	1-4
Weerstanden, parallelschakeling van -	2	9-12
Weerstanden, serieschakeling van -	2	5-6
Weerstandskoord	2	4
Weerstandskoppeling	15	1-2, 6
	16	1-3, 5
Weerstandsmeting	20	6, 10
Wehnelt cylinder	34	3
Werklamp, verstelbare -	39	14
Werkplaatsinrichting	39	1-14
Werkplaatsinrichting, electrische -	42	1-9
Werktafel voor radioreparaties	39	4-5
	42	7-9

	LES	Blz.
Wervelstromen	7	11
Wet van Barkhausen	14	8
Wheatstone, brug van -	20	9-10
Wikkelmethode van spoelen	7	13-14
Windingsverhouding	7	8
Winkelhaak	41	10
Wisselspanning	6	8-14
Wisselspanningsmeter	18	1
Wisselspanningsmeting	20	4
Wisselstroom	6	1-3
Wisselstroommeters	11	8-16
Wisselstroommeting	20	5
Wisselstroomverliezen	7	10-11
Wisselstroomvoeding	12	6
Wisselstroomweerstand	7	4
Wobbler	35	4
IJzerpoederkern	7	11, 14
IJzerzaag	41	12
Zaag	41	11
Zaagtandgenerator	34	6-9
Zaagtandspanning	34	5-9
Zelfinductie	6	6
Zelfinductie, eenheid van -	6	7
Zelfinductie, variabele -	10	15-16
Zelfoscillerende mengbuis	33	3
Zender	10	1
'Zetten' van een zaag	41	11
Zoekstift	12	10
Zoetvijl	41	1
Zoetvijltje, driehoekig -	41	15
Zuidpool van een magneet	4	1
Zuurdichtheid	3	6-7
Zuurweger	3	6-7
	41	17
Zweving	31	7
Zijband	10	5
Zijsnijtang	40	4

92. Principe van de superheterodyne ontvanger

In de voorgaande lessen hebben wij tot nu toe alleen gesproken over de z.g. cascade-ontvanger. Hierin wordt het ontvangen H.F.-signaal geselecteerd en versterkt, daarna gelijkgericht en tenslotte wordt de modulatiespanning versterkt en aan de luidspreker toegevoerd. Fig. 1 geeft hiervan nogmaals het blokschema weer.



Blokschema van een cascade-ontvanger.

Fig. 1

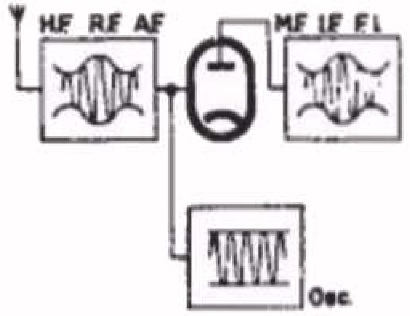
De scheiding (selectie) van de zenders in het H.F.-gedeelte geschiedt met behulp van een of meer afgestemde kringen. In les 10 is o.a. vermeld dat de selectiviteit van deze kringen in sterke mate wordt beinvloed door de verliesweerstand van deze kringen. Deze verliesweerstand neemt toe met een hogere frequentie. Dit heeft tot gevolg dat de selectiviteit slechter wordt naarmate de frequentie hoger is. Aangezien in de cascade-ontvanger de kringen met behulp van de variabele condensator voor verschillende frequenties in resonantie worden gebracht, wordt de selectiviteit van de kringen dus afhankelijk van de frequentie waarop ze zijn afgestemd. Het wordt hierdoor moeilijk voor zeer hoge frequenties (golflengte kleiner dan 50 m) nog een voldoende selectiviteit te verkrijgen.

De grotere verliezen van de afstemkringen bij een hogere frequentie hebben tevens tot gevolg dat de impedantie van de kringen kleiner wordt (een kring die in het middengolfgebied een impedantie van bijv. 100.000Ω heeft, zal in het kortegolfgebied, bij ca 15 m een impedantie van slechts 15.000Ω hebben). Aangezien de versterking in het H.F.-gedeelte evenredig is met de impedantie van de kring,brengt het met zich dat het voor de korte golven ook moeilijk wordt een voldoende versterking te realiseren.

Deze overwegingen hebben geleid tot de toepassing van een geheel ander ontvanger-principe nl. het superheterodyne principe.
In een ontvanger volgens dit principe wordt de frequentie van het inkomende H.F.-signaal, onverschillig welke frequentie dit is, getransformeerd tot een vaste frequentie, de z.g. middenfrequentie. Hiertoe maakt men gebruik van een aparte oscillator waarvan men de wisselspanning naar een z.g. mengbuis toevoert. waaraan eveneens de te ontvangen H.F.-wisselspanning wordt toegevoerd (zie fig. 2).

De oscillator wekt daarbij steeds zulk een frequentie op dat het verschil in frequentie met die van het antenne-signaal een zelfde frequentie is. Deze verschil-frequentie is eveneens een hoge frequentie. Ter onderscheid met de hoge frequentie van het binnenkomende signaal duidt men deze frequentie met middenfrequentie aan afgekort M.F.)

Wat geschiedt nu eigenlijk in de mengbuis?



Principe van de mengtrap in een superheterodyne-ontvanger.

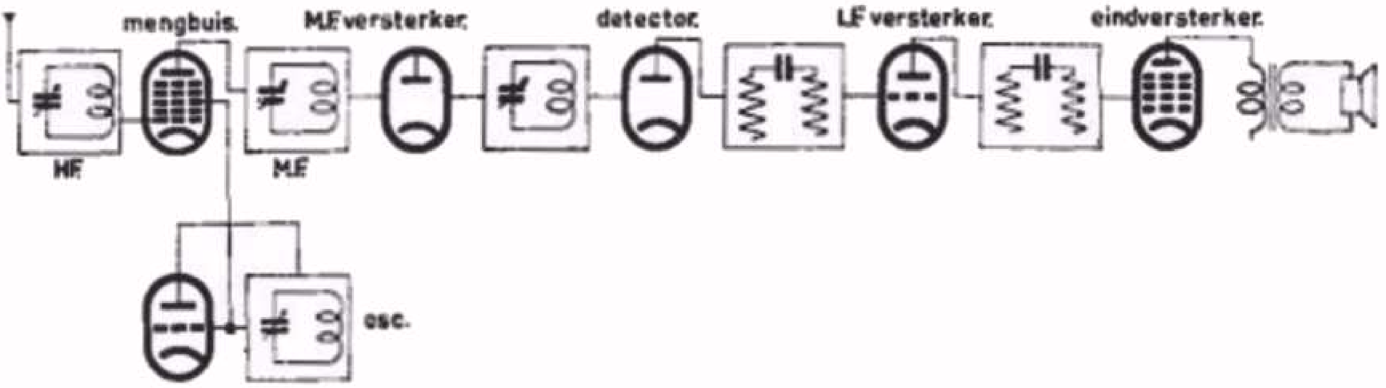
Fig. 2

In de mengbuis, ook wel modulatorbuis genoemd, gebeurd in feite hetzelfde als in de modulator van de zender, waar de microfoontrillingen op de draaggolf geënt (of gemoduleerd) worden. In de mengtrap van de superheterodyne ontvanger gebeurt feitelijk hetzelfde. Hierdoor ontstaan in de anodekring van de mengbuis o.a. 2 stroomcomponenten met frequenties gelijk aan de som en het verschil van oscillatorfrequentie en te ontvangen frequentie. Het blijkt nu dat wanneer de ontvangen zender wordt gemoduleerd, deze modulatie ook in de bovengenoemde twee frequenties aanwezig is.

Zoals reeds gezegd heeft de oscillator-wisselspanning een zodanige frequentie dat het verschil met de frequentie van de H.F.-wisselspanning eveneens een hoge frequentie is, nl. de middenfrequentie. Nu krijgt men dit verschil in frequentie niet zonder meer. Hiervoor is nodig dat de mengbuis, waaraan beide wisselspanningen worden toegevoerd, de eigenschappen van een detector heeft. Men noemt daarom de mengbuis wel eerste detector. In het raam van deze cursus zou het te ver voeren hierop in te gaan; het blijkt dat tengevolge van de detectie in de modulatorbuis in de anode-keten wisselstromen ontstaan met frequenties, gelijk aan de frequenties van spanningen die aan de buis worden toegevoerd, doch tevens zoals reeds gezegd met frequenties die gelijk zijn aan de som en het verschil van deze frequenties. Heeft het H.F.-antenne-signaal bijv. een frequentie van 1500 kHz en het oscillatorsignaal een frequentie van 2000 kHz dan zullen de anodestroomcomponenten in de anode-leiding van de modulatorbuis de volgende frequenties hebben: 1500 kHz, 2000 kHz, 2000 + 1500 = 3500 kHz en 2000 - 1500 = 500 kHz.

Als nu in de anode-leiding van de modulatorbuis een kring wordt opgenomen die is afgestemd op de verschilfrequentie (middenfrequentie) van 500 kHz, dan zal alleen voor deze frequentie een wisselspanning over de kring ontstaan. (Door de selecterende eigenschap van de kring zullen de stroomcomponenten met de andere frequenties practisch geen spanning over de kring veroorzaken).

Zoals reeds gezegd, blijkt nu dat deze wisselspanning (M.F.-wisselspanning) eveneens gemoduleerd is met de L.F.-modulatie die op de oorspronkelijke H.F.-wisselspanning aanwezig was. De M.F.-spanning wordt verder versterkt in de M.F.-versterker, gelijkgericht, de L.H. modulatiespanning wordt versterkt en aan de luidspreker toegevoerd. Het blokschema van de superheterodyne ontvanger krijgt dus de vorm van fig. 3. Een vergelijking van dit blokschema met dat van de cascade-ontvanger (fig. 1) toont onmiddellijk het verschil en de overeenkomst. Het verschil schuilt hoofdzakelijk in de mengtrap. Na de mengtrap komt het schema van de superheterodyne-ontvanger in principe geheel overeen met dat van de cascade-ontvanger.

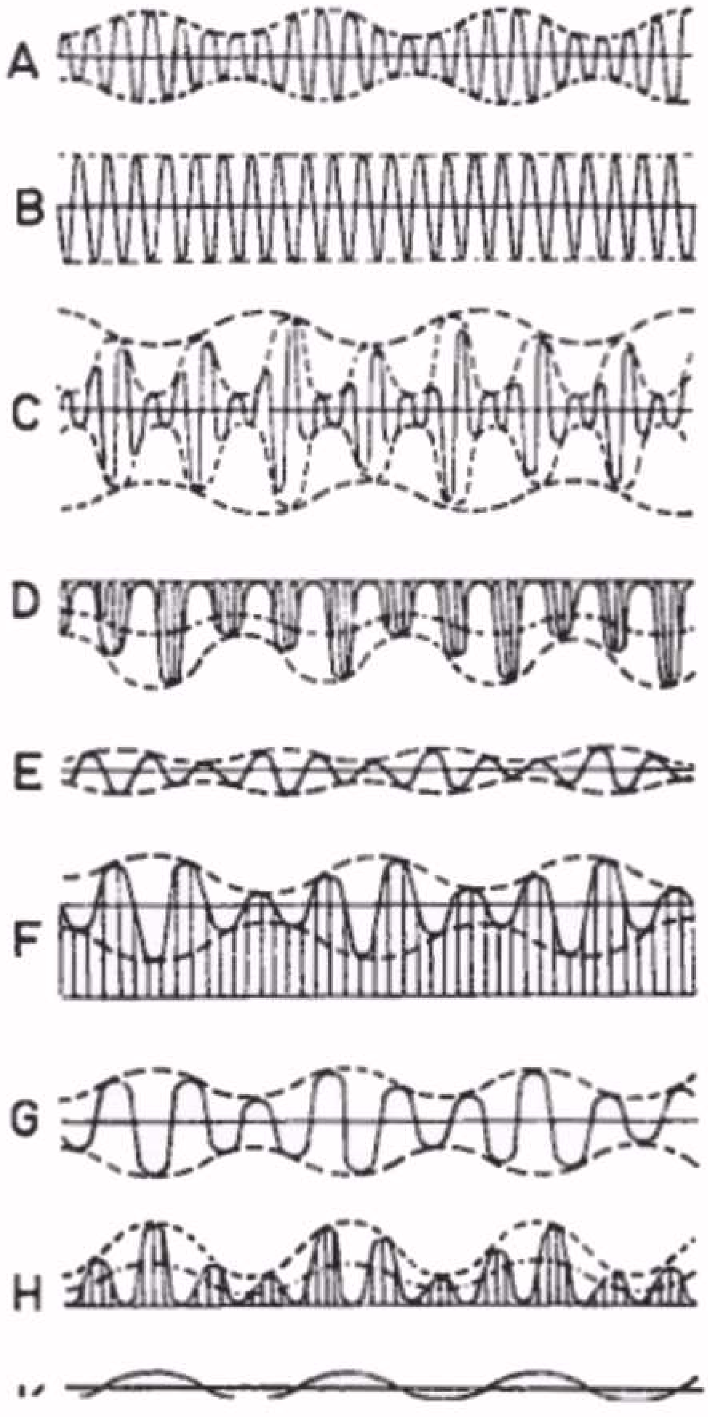


Blokschema van een superheterodyne-ontvanger.

Fig. 3

Er is echter een groot verschil. De M.F. versterker blijft steeds op dezelfde frequentie afgestemd. Bij deze frequentie is het nog vrij gemakkelijk mogelijk om een goede selectiviteit, gepaard aan een grote gevoeligheid, te verkrijgen. Door omschakeling van het frequentie-bereik van de ontvanger wordt in de M.F. versterker niets veranderd.

Bij de superheterodyne ontvanger is hierdoor op eenvoudiger wijze dan bij de cascade ontvanger een grote- en practisch constante gevoeligheid te bereiken, terwijl bovendien de selectiviteit voor elke afstemming gelijk is.



De verschillende vormen van de signaalspanningen en -stromen in de superheterodyne-ontvanger.

a. De ontvangen H.F. trilling
b. De in het ontvangtoestel opgewekte oscillatortrilling.
c. De resulterende trilling die na het samenvoegen van de trillingen a en b ontstaat.
d. De anodestroomvariatie na de detectie door de mengbuis
e. De roosterwisselspanning op de volgende M.F. versterkbuis
f. De anodestroomvariatie van de M.F. versterkbuis
g. De M.F. wisselspanning op de detector diode
h. De wisselstroom in de detectorkring
k. De resulterende L.F. wisselspanning

Fig. 4

In fig. 4 zijn ter illustratie van de verschillende bewerkingen in de superheterodyne-ontvanger de golfvormen van de verschillende trillingen vanaf de antenne tot aan de luidspreker weergegeven. Hierin zijn resp. voorgesteld:

a en b De ontvangen H.F.-trilling en de in het ontvangtoestel opgewekte oscillatortrillingen.

c De resulterende trilling, die na het samenvoegen van de trillingen a en b ontstaan.

d De anodestroom-variatie na de detectie door de mengbuis.

e De roosterwisselspanning op de volgende M.F.-versterkbuis.

f De anodestroom-variatie van de M.F.-versterkbuis.

g De M.F.-wisselspanning op de detector-diode.

h De wisselstroom in de detector-keten.

k De resulterende L.F.-wisselspanning.

93. De mengtrap

In de mengtrap komen de van de antenne afkomstige H.F. trillingen en de apart opgewekte oscillatortrilling binnen. De frequentie van de oscillatortrilling moet steeds zo groot zijn dat het verschil met de frequentie van de te ontvangen H.F.-trilling een vast bedrag is, nl. middenfrequentie.

Nu varieert de frequentie van deze H.F.-trilling, afhankelijk van de golflengte van de gewenste zender. Nemen we als voorbeeld het middengolf-gebied, dan ligt deze frequentie tussen ca. 500 kHz en 1500 kHz. De oscillator-frequentie moet dus eveneens variabel zijn. Gaan wij uit van een middenfrequentie van 500 kHz, dan kan de oscillatorfrequentie liggen tussen

500 + 500 en 1500 + 500; is dus 1000 en 2000 kHz; of

500 - 500 en 1500 - 500; wat zou zijn 0 en 1000 kHz.

Een frequentie van 0Hz is een onmogelijkheid, dus uit dit getallenvoorbeeld blijkt dat bij een middenfrequentie van 500 kHz de oscillatorfrequentie voor deze frequentie-band hoger moet zijn dan de signaalfrequentie.

Uit bovenstaande getallen volgt verder dat voor het middengolfgebied de frequentie-variatie van de signaalfrequentie 500 : 1500 1 : 3 is; voor de oscillatorfrequentie is deze frequentie-verhouding 1000 : 2000 = 1 : 2. Een frequentie-variatie van 1 : 3 betekent een capaciteits-variatie van de afstemcondensator van 1 : 9, en een frequentie-variatie van 1 : 2 komt overeen met een capaciteits-variatie van 1 : 4 (zie les 11). Wij hebben deze getallen nog eens samengevat in onderstaande tabel, die wij aangevuld hebben met de getallen voor het korte golfgebied van 15 tot 50 m.

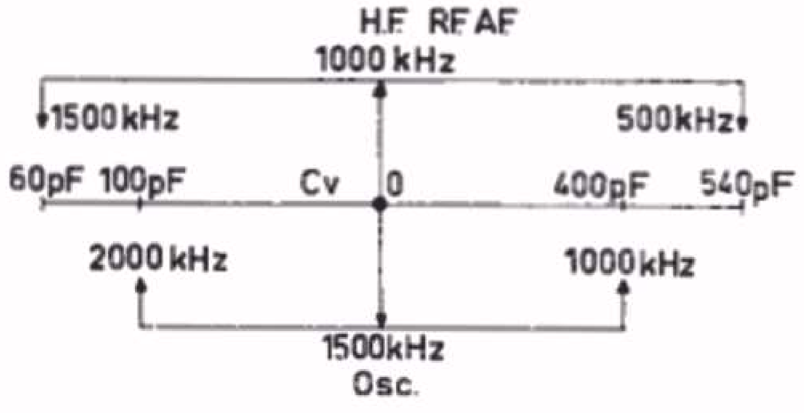
Frequentie-gebied	H.F.-frequentie variatie	Capaciteits-variatie	Oscillator frequentie	Oscillator frequentie variatie	Capaciteits-variatie
500- 1500 kHz	1 : 3	1 : 9	1000- 2000kHz	1 : 2	1 : 4
6000-20000 kHz	1 : 3,3	1 : 10,9	6500-20500kHz	1 : 3,1	1 : 9,6

Wij zien hieruit dat vooral in het middengolfgebied een groot verschil bestaat tussen de capaciteitsvariaties van de H.F.-kring en de oscillatorkring. Houden wij in het oog dat de moderne ontvanger met behulp van slechts één knop wordt afgestemd, dus dat de verschillende variabele condensatoren op één as zijn gekoppeld, dan zien wij hierin een moeilijkheid schuilen. Uit het verschil in frequentie-variatie van de H.F.-kring en de oscillatorkring volgt immers onmiddellijk dat het capaciteitsverloop van de H.F.-afstemcondensator anders moet zijn dan die van de oscillator-afstemcondensator.

Men zou deze moeilijkheid kunnen oplossen door de oscillatorafstemcondensator een ander capaciteitsbereik te geven (bijv. kleinere totale capaciteit en andere platenvorm). Uit voorgaande tabel blijkt echter dat dan voor elk frequentie-gebied een andere condensator voor de oscillator-kring nodig zou zijn. Deze oplossing wordt daarom practisch niet toegepast.

Veelal wordt een meervoudige afstemcondensator gebruikt met gelijke delen voor de signaal- en oscillator afstemming (zie les 8 fig. 14.). Dan zullen echter maatregelen getroffen moeten worden om het gewenste frequentieverloop te verkrijgen.

Wij hebben reeds geconstateerd dat de oscillator frequentie hoger ligt dan de signaalfrequentie. Met dezelfde afstemcondensator zal de spoel van de oscillatorkring dus een kleinere zelfinductie moeten hebben dan die van de H.F.-kring. Meestal wordt de zelfinductie zo gekozen dat de oscillator-frequentie ongeveer in het midden van het frequentie-gebied precies de middenfrequentie hoger ligt dan de hoogfrequentie. Nu zijn we er echter nog niet, want de capaciteitsvariatie van de condensator is dan nog dezelfde nl. 1 : 9, terwijl deze 1 : 4 moet zijn. Dit is in fig. 5 op een eenvoudige wijze in beeld gebracht. In punt 0 zijn de H.F.- en oscillatorkringen "in de pas" d.w.z., hierbij is een frequentieverschil precies gelijk aan de middenfrequentie. Links en rechts van dit punt zijn de capaciteitsvariaties van de condensator van de oscillatorkring groter dan de vereiste variaties. Naar rechts wordt de capaciteit te groot, naar links juist te klein. Een te grote capaciteit kan worden verkleind door de serie-schakeling van een extra condensator. Gaan we er van uit dat het capaciteitsverloop van de oscillator-afstemcondensator 100 - 400 pF moet worden, dan moet in serie met de condensator van ca 540 pF (samengesteld uit 500 pF van de



Vereenvoudigde voorstelling van het vereiste frequentieverloop van de H.F. kring en de oscillatorkring.

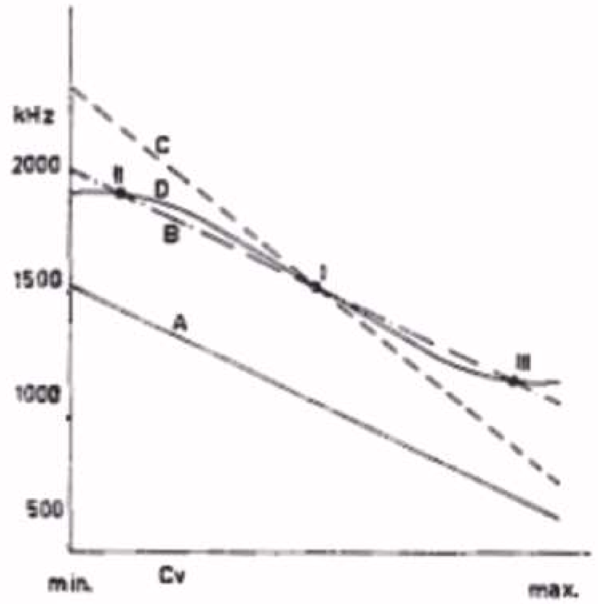
Fig. 5

condensator zelf + 40 pF van de bedradingscapaciteit en de parallel-trimmer), een condensator van ca 1400 pF worden opgenomen. Deze serie-condensator beinvloedt natuurlijk ook de capaciteitswaarde in de andere posities van de afstemcondensator, maar deze invloed wordt des te kleiner naarmate deze condensator op een kleinere waarde ingesteld staat. Bij een waarde van 100 pF bijv. verandert de totale capaciteit tot 93 pF, dus slechts 7%.

Een te kleine capaciteit (links in fig. 5) kan worden vergroot door parallel-schakeling van een extra condensator, in dit geval dus van 40 pF. (Als begin capaciteit was 60 pF aangenomen, zodat de capaciteitsvariatie van de H.F.-kring 60 : 540 = 1 : 9 is).
Ook de parallelcondensator zal de waarde van de totale capaciteit in de andere posities van de variabele condensator beinvloeden. Deze invloed zal echter kleiner worden naarmate de variabele condensator grotere capaciteit heeft.

Men noemt de parallel- en seriecondensatoren wel de paudingcondensatoren (padding is het Engelse woord voor aanvullen of bijtrekken). Met deze condensatoren wordt de oscillatorkring a.h.w. bijgetrokken ten opzichte van de H.F. kring.

In fig. 6 is het frequentieverloop van de H.F. kring en de oscillatorkring op een andere wijze voorgesteld. Op de horizontale as is de stand van de afstemcondensator uitgezet, op de verticale as de frequentie. De lijn A stelt het frequentieverloop van de H.F. kring voor, de lijn B het gewenste frequentieverloop van de oscillatorkring. Beide lijnen moeten parallel lopen, omdat dan voor elke stand van de afstemcondensator een constant frequentieverschil bestaat, dat gelijk is aan de middenfrequentie. De lijn C geeft het frequentieverloop van de oscillatorkring weer, als geen serie- en parallelcondensator voor het biitrekken van de kring is gebruikt. De lijn D geeft tenslotte het frequentieverloop van de oscillatorkring met extra serie- en parallelcondensator. Deze lijn wordt de paddingkromme genoemd. Men ziet hieruit dat nu op drie punten het juiste verschil in frequentie (de middenfrequentie) tussen H.F. kring en oscillatorkring is verkregen nl. de punten I, II en III.
In de andere gedeelten van de paddingkromme is het frequen-



Lijn A: frequentieverloop van de H.F. kring
Lijn B: gewenste frequentieverloop van de oscillatorkring
Lijn C: frequentieverloop van de oscillatorkring als geen serie- en parallelcondensator voor het bijtrekken van de kring is gebruikt.
Lijn D: frequentieverloop van de oscillatorkring met extra serie- en parallelcondensator (paddingkromme)
I, II en III: punten waarbij het juiste frequentie verschil aanwezig is.

Fig. 6

tieverschil groter of kleiner dan de middenfrequentie. Men noemt dit de paddingafwijking. Om deze afwijkingen zo klein mogelijk te houden worden de punten II en III niet aan de beide einden van het frequentiebereik gelegd, maar iets daar vandaan.

Wat voor gevolg heeft deze paddingafwijking?

Zoals reeds in het voorgaande is vermeld, zijn in de anodeleiding van de menghuis een kring (of twee als bandfilter geschakelde kringen) die op de middenfrequentie zijn afgestemd, opgenomen. Hierdoor zal alleen de anodestroomcomponent met de middenfrequentie een spanning over de kring resp. bandfilter opwekken. D.w.z. alleen die H.F. zender zal een spanning over de M.F. kring veroorzaken, waarvan de frequentie (gecombineerd) met de oscillatorfrequentie de middenfrequentie oplevert. Als dus de oscillatorkring bij een bepaalde stand van de afstemcondensator afgestemd is op b.v. 1300 kHz, dan zal alleen de zender die met de oscillatorfrequentie de middenfrequentie oplevert doorkomen. Met de middenfrequentie van b.v. 500 kHz kunnen twee frequenties hiervoor in aanmerking komen:
1300 + 500 = 1800 kHz en 1300 - 500 = 800 kHz.
Wij hebben reeds geconstateerd dat de oscillatorfrequentie meestal hoger dan de te ontvangen frequentie gekozen zal worden. De frequentie van 1800 kHz is dus een ongewenste frequentie.

De gewenste zender moet dus een frequentie van 800 kHz hebben. Nu zal de H.F. kring tengevolge van de paddingafwijking ten opzichte van de oscillatorkring enigszins verstemd zijn voor de gewenste zender. Zoals wij in les 11 hebben gezien betekent een verstemming een verzwakking van de gewenste spanning. Een grote paddingafwijking veroorzaakt dientengevolge een zwakkere ontvangst van de zenders met de betreffende frequenties. Er wordt dus naar gestreefd om de paddingafwijking zo klein mogelijk te houden. Wij zullen hierop nog terugkomen bij de behandeling van het afregelen (trimmen) van een superheterodyne-ontvanger.

Spiegelfrequentie

De bovengenoemde ongewenste frequentie van 1800 kHz wordt de spiegel-frequentie genoemd. Ten opzichte van de oscillator frequentie is zij het spiegelbeeld van de ontvangen frequentie.

Het moet uiteraard worden voorkomen dat een zender met de spiegelfrequentie op dezelfde wijze wordt versterkt als de gewenste zender. Hiervoor kan een afstemkring worden gebruikt. Deze kring verzwakt immers elke spanning waarvan de frequentie niet overeenkomt met de resonantiefrequentie van de kring. De verzwakking zal des te groter zijn naarmate de frequentie afwijking ten opzichte van de resonantiefrequentie groter is. Zoals hierboven reeds bleek is de frequentiestand van de gewenste frequentie en de spiegelfrequentie gelijk aan tweemaal de middenfrequentie. Een hoge middenfrequentie is dus gunstig voor een sterke verzwakking van een H.F. signaal met spiegelfrequentie. Uit deze overweging zijn de tegenwoordige superheterodyne-ontvangers voorzien van M.F. kringen met een middenfrequentie van 450-500 kHz. De vroegere ontvangers hadden veel een zgn. lage middenfrequentie tussen de 110 en 150 kHz.

LES 21

94. Schakelingen van mengbuizen

A. Triode-hexode en triode-heptode

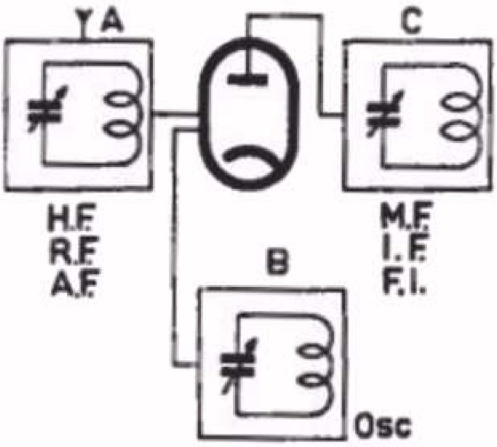
De frequentietransformatie geschiedt in de mengbuis. In deze buis onderscheidt men in principe twee gedeelten: het oscillatorgedeelte en het modulatorgedeelte.

In fig. 7 is het blokschema van de mengtrap voorgesteld. Hierin komt voor:

A. Het H.F. gedeelte dat het op de antenne binnenkomende H.F.-signaal via een afstemkring op een stuurrooster van de mengbuis (modulator-gedeelte) brengt.

B. Het oscillatorgedeelte, waarin de oscillatorspanning wordt opgewekt, dat meestal naar een apart rooster van de mengbuis wordt gevoerd.

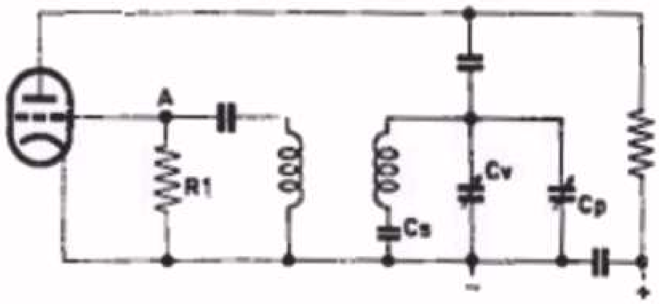
C. De M.F. kring in de anode leiding van de mengbuis, die op de middenfrequentie is afgestemd.



Blokschema van de mengtrap
A. H.F. gedeelte
B. Oscillator
C. M.F. kring.

Fig. 7

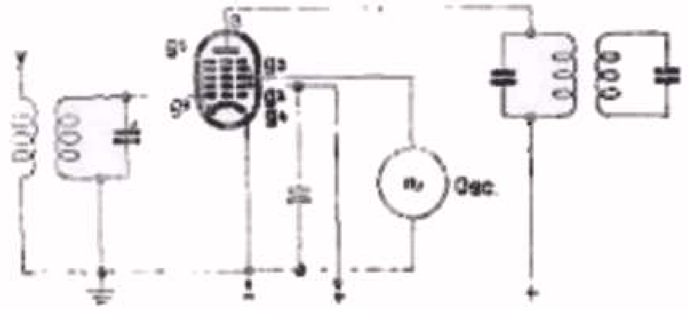
De oscillatorschakeling kan het schema hebben van de figuren 4, 5 of 6 uit les 17. Voor ontvangers voor wisselstroomvoeding of voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding wordt veel het schema van fig. 6 (les 17) gebruikt. Wij hebben dit schema nogmaals afgebeeld in fig. 8, aangevuld met de serie en parallel paddingcondensatoren. Over de weerstand R1 ontstaat nu een wisselspanning waarvan de frequentie bepaald wordt door de afstemming van de oscillatorkring. Deze spanning wordt nu naar een stuurrooster van de mengbuis gevoerd. Zoals reeds aan het begin van de paragraaf werd medegedeeld wordt aan de mengbuis eveneens het H.F. signaal toegevoerd. Om nu geen beinvloeding van de H.F. kring en de oscillatorkring te krijgen en om te voorkomen dat het oscillatorsignaal in de H.F. kring doordringt (straling) heeft men speciaal mengbuizen ontwikkeld waarin twee stuurroos-



Oscillatorschakeling van een mengtrap.

Fig. 8

ters zijn aangebracht (zie fig. 9). Het ene stuurrooster (g1) wordt verbonden met de H.F. afstemkring. Het tweede stuurrooster, d.i. in deze buis het derde rooster (g3) wordt verbonden met het oscillatorrooster (punt A) uit de schakeling van fig. 6. Tussen de roosters g1 en g3 bevindt zich een schermrooster dat via een condensator met aarde is verbonden. Verder krijgt dit rooster een positieve spanning toegevoerd evenals dit bij een penthode het geval is. Achter het derde rooster komt een tweede schermrooster (g4) dat inwendig met het eerste schermrooster (g2) is verbonden. Men noemt een dergelijk electrodensysteem met 4 roosters een hexode.

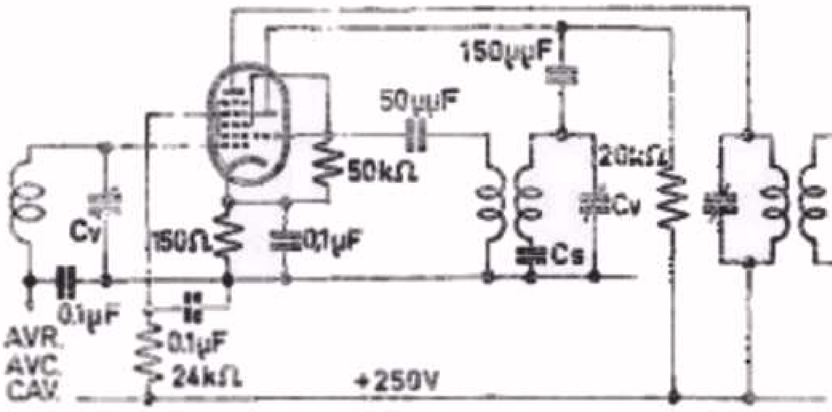


Principiële voorstelling van een hexode mengbuis.

Fig. 9

Bevindt zich tussen het schermrooster g4 en de anode nog een vijfde rooster, een remrooster, dan spreekt men van een heptode. Dit remrooster (g5) is meestal met de kathode verbonden.

Nu heeft men buizen ontwikkeld waarin zowel het hexodegedeelte als het triode gedeelte (oscillator) in één ballon zijn ondergebracht. Voorbeelden van dergelijke buizen zijn de ECH42 en UCH42. Fig. 10 geeft het complete schema van een mengtrap met een dergelijke triode-hexode weer. In deze buizen is het tweede stuurrooster g3 reeds inwendig verbonden met het oscillatorrooster van het triode gedeelte. De electronenstroom van het hexodedeel wordt nu eerst beinvloed door de H.F. wisselspanning op het eerste stuurrooster. Na het eerste schermrooster gepasseerd te hebben, wordt zij beinvloed door de oscillator wisselspanning op het tweede stuurrooster g3. Op deze wijze vindt electronisch in de buis een menging plaats, zodat in de anodeleiding van de buis o.a. een anodestroomcomponent ontstaat waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de oscillatorfrequentie en de hoogfrequentie. Op deze verschilfrequentie (middenfrequentie) zijn de kringen in de anodeleiding afgestemd en ontstaat wisselspanning die voorgesteld is in fig. 4 beeld e. Deze M.F. wisselspanning bevat wederom de L.F. modulatie, die op



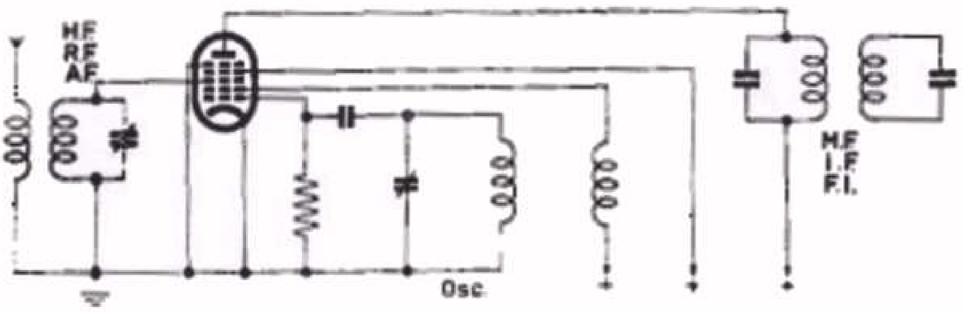
Schema van een mengtrap met een triode-hexode.

Fig. 10

de draaggolf aanwezig is. Na in de M.F. versterkpenthode (die op dezelfde wijze werkt als de H.F. versterkpenthode) versterkt te zijn, wordt deze gemoduleerde M.F. wisselspanning gelijk gericht zodat de L.F. wisselspanning overblijft.

B. Heptode mengbuis

Naast de triode-hexode resp. heptode worden, vooral in ontvangtoestellen met batterijvoeding, enkelvoudige heptoden toegepast. Hierbij is de volgorde van de beinvloeding van de kathodestroom anders dan in de triode-hexode. Fig. 11 geeft het principeschema

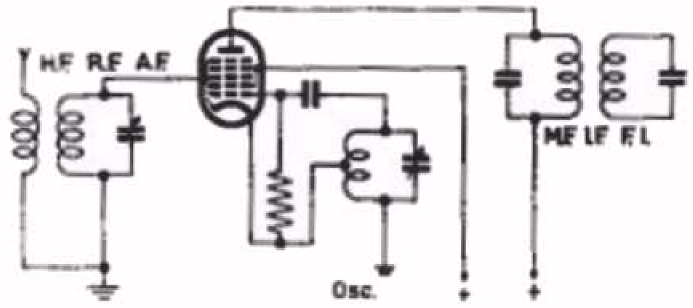


Schema van een mengtrap met een heptode mengbuis voor batterijvoeding (DK 92).

Fig. 11

van een mengtrap waarin een heptode mengbuis is gebruikt. Hierin is het eerste rooster het stuurrooster van het oscillatorgedeelte. Het tweede rooster functionneert als anode van de oscillator. De kathode, rooster 1 en rooster 2 kan men als een triode beschouwen die weer op dezelfde wijze als in les 17 is beschreven geschakeld worden.
Het derde rooster is het stuurrooster waarop het van de antenne komende H.F. signaal gebracht wordt. Daarna volgt het schermrooster en een remrooster. De roosters 3, 4 en 5 en de anode kan men als een penthode beschouwen. De kathodestroom wordt nu dus eerst door de oscillatorwisselspanning beinvloed en daarna door de H.F. wisselspanning. In de buis heeft weer electronisch een menging plaats, zodat in de anodeleiding o.a. een anodestroomcomponent met de middenfrequentie ontstaat. Daarna krijgt men weer dezelfde bewerkingen als hierboven beschreven.

De Amerikaanse fabrieken gebruiken als mengbuis meestal een heptode die dan pentagrid genoemd wordt. De schakeling waarin deze buis doorgaans gebruikt wordt is in fig. 12 afgebeeld. Hierin is de spoel van de oscillatorkring zodanig geschakeld dat een gedeelte in de kathodeleiding is opgenomen. Door dit spoelgedeelte vloeit nu de totale electronenstroom van de buis. Hierdoor



Schema van een mengtrap met de Amerikaanse pentagrid als mengbuis.

Fig. 12

ontstaat een oscilleren zodat over de lekweerstand tussen het eerste rooster en kathode een H.F. spanning met de oscillatorfrequentie komt te staan. Deze wisselspanning beinvloedt het eerste de kathodestroom. Deze stroom passeert daarna een schermrooster en wordt vervolgens door het derde rooster, dat verbonden is met de H.F. kring, gestuurd. Vervolgens gaat de kathodestroom door het vierde rooster dat inwendig verbonden is met het tweede rooster (schermrooster) en het vijfde rooster dat als remrooster dienst doet. Tenslotte komen de electronen op de anode terecht. In principe komt deze schakeling veel overeen met die van fig. 11.

95. Gegevens van mengbuizen

In les 14 hebben wij de belangrijkste gegevens, zoals steilheid, versterkingsfactor en inwendige weerstand van een electronenbuis behandeld. Deze gegevens gelden ook voor mengbuizen, zij het met een kleine verandering.

a. *Mengsteilheid*

In les 14 werd de steilheid van een triode gedefinieerd door het quotient van een anodestroomvariatie en de overeenkomstige roosterspanningsvariatie bij een constante anodespanning. Deze variaties golden voor eenzelfde frequentie. Bij de mengbuis interesseert het ons echter hoe groot de anodestroomvariatie met de middenfrequentie is bij een bepaalde roosterspanningsvariatie met de hoogfrequentie. Dit verband wordt uitgedrukt door de mengsteilheid of conversiesteilheid. In formule uitgedrukt wordt dit dus:

$$\text{Conversiesteilheid } Sc = \frac{\Delta Ia\ (M.F.)}{\Delta Vg\ (H.F.)}$$

Men drukt deze conversiesteilheid in dezelfde grootte uit als de gewone steilheid, dus in mA/V. Ter illustratie zij vermeld dat de conversiesteilheid van de ECH 42 ca. 0.75 mA/V is.

b. *Conversieversterking*

In les 14 par. 67 is de versterking van een triode behandeld. Deze versterking was gelijk aan

$$G = \frac{Vo}{Vg}$$

Hierin is Vo de uitgangswisselspanning en Vg de ingangswisselspanning. Deze definitie geldt ook voor de conversieversterking van de mengbuis, met dien verstande dat de uitgangswisselspanning de middenfrequentie heeft en de ingangswisselspanning de hoogfrequentie.

SAMENVATTING

1. In de superheterodyne-ontvanger wordt in de menghuis het van de antenne komende H.F. signaal gemengd met een oscillator signaal. Tengevolge van deze menging ontstaat in de anodeleiding o.a. een anodestroomcomponent waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de oscillatorfrequentie en de hoogfrequentie. Men noemt deze verschilfrequentie de middenfrequentie (afgekort M.F.).

2. De L.F. modulatie die op het H.F. signaal aanwezig is wordt teruggevonden op de M.F. wisselspanning.

3. De oscillatorkring wordt steeds zodanig afgestemd dat zijn frequentie gelijk is aan de signaal-frequentie + middenfrequentie.

4. Bij een superheterodyne-ontvanger zijn selectiviteit en gevoeligheid vrijwel onafhankelijk van het frequentiebereik.

5. Bij gebruik van dezelfde afstemcondensatoren voor de H.F. en oscillatorkringen worden parallel aan en in serie met de afstemcondensator van de oscillatorkring condensatoren geschakeld, zodat het fsequentieverloop van de oscillator een constant bedrag (middenfrequentie) verschilt met het frequentieverloop van de H.F. kring.

6. De paddingafwijking is de afwijking van het ideale verschil (de middenfrequentie) tussen de oscillator- en H.F. afstemming.

7. De spiegelfrequentie is de frequentie die even ver aan de ene zijde van de oscillatorfrequentie ligt als de zenderfrequentie aan de andere zijde. Zij is gelijk aan de zenderfrequentie + tweemaal de middenfrequentie.

8. Als mengbuizen gebruikt men hoofdzakelijk de triode-hexode resp. heptode en de aparte heptode (pentagrid).

9. De mengsteilheid van een mengbuis is gelijk aan:

$$Sc = \frac{\Delta Ia\ (M.F.)}{\Delta Vg\ (H.F.)}\ mA/V$$

10. De conversieversterking van een mengbuis is gelijk aan:

$$Gc = \frac{Vo\ (M.F.)}{Vg\ (H.F.)}$$

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Een superheterodyne ontvanger wordt achtereenvolgens afgestemd op de volgende frequenties:

   500 kHz, 1500 kHz, 6 MHz en 20 MHz.

   Gevraagd wordt de spiegelfrequenties:

   a. Voor een M.F. = 110 kHz.
   b. Voor een M.F. = 465 kHz.
   c. Voor een M.F. = 1500 kHz.

2. Bij speciale korte-golf ontvangers, in gebruik bij commerciële berichtendiensten, wordt wel een M.F. van 1500 kHz toegepast. Kunt U een reden opgeven waarom deze hoge frequentie wordt gebruikt?

3. We willen contrôleren of de oscillator van een ontvanger al of niet oscilleert. De schakeling hiervan is als aangegeven in fig. 8.
   Hoe kunnen we deze contrôle op een eenvoudige manier uitvoeren?

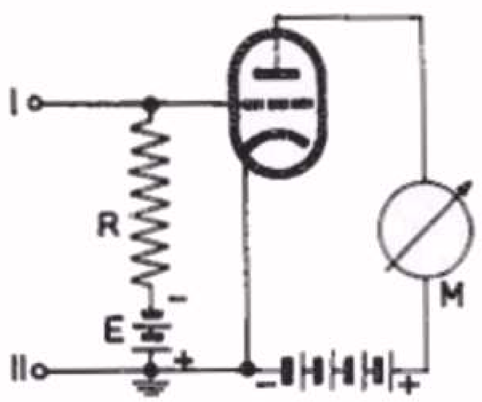
96. De buisvoltmeter

Met de in lessen 18 en 20 beschreven meetapparaten t.w. de Service oscillator en het Universeel meetapparaat, kunnen practisch alle fouten in radio-toestellen en L.F.-versterkers worden opgespoord. Voor een kleine werkplaats kunnen wij dus zeggen, dat deze apparaten voldoende zijn om het werk te doen. Toch blijkt het in de practijk nuttig te zijn om over een meetapparaat te beschikken dat speciaal voor het meten van spanningen een veel hogere ingangsweerstand heeft dan het beschreven universeel meetapparaat. Voor bepaalde metingen, uit te voeren met het universeel meetapparaat, is het nl. nodig om langs een omweg het gewenste resultaat te krijgen. Als voorbeeld nemen wij de anode spanning van een weerstand-gekoppelde laagfrequent versterker. Hierbij is veelal een hoge weerstand in de anodeleiding opgenomen en zal bij het meten van de anodespanning een veel te lage waarde worden gevonden, omdat het meetinstrument, in verhouding tot de anodestroom welke door deze weerstand loopt, een niet te verwaarlozen stroomsterkte nodig heeft voor de aanwijzing. Wanneer wij de beschikking zouden hebben over een apparaat waarbij een ingangsweerstand bijv. ca. 10 MΩ zou zijn, dan vervalt bovengenoemd bezwaar vrijwel volledig. Deze eis van zeer hoge ingangsweerstand kunnen we verwezenlijken door een kunstgreep toe te passen en wel deze, door voor het draaispoelinstrument een radiobuis te schakelen, waarbij deze meter wordt opgenomen in de anodeleiding van de buis. Wanneer de te meten spanning nu aan het rooster van deze buis wordt toegevoerd zal dit een anodestroom verandering veroorzaken, welke door de meter wordt aangegeven. Zorgen wij er nu voor dat het rooster steeds negatief t.o.v. de kathode blijft, dan vormt dit rooster geen belasting voor de te meten spanning, daar er immers geen roosterstroom kan vloeien. In principe is het dus op deze manier mogelijk een meetapparaat te verkrijgen met oneindig hoge ingangsweerstand. Uit practische overwegingen wordt echter tussen het rooster en de kathode toch een weerstand van hoge waarde aangebracht om ervan verzekerd te zijn dat de roosterkring steeds galvanisch gesloten blijft.

Een dergelijk meetapparaat waarbij wij gebruik maken van een radiobuis om spanningen te kunnen meten wordt buisvoltmeter genoemd.

97. De Moullin voltmeter

In fig. 1 is het principe aangegeven van de buisvoltmeter van Moullin (Moullin was de eerste die gebruik maakte van dit principe). Hierbij werd door de hulpspanning E de radiobuis in het afknijppunt van de Ia-Vg karakteristiek ingesteld (zie fig. 2). Hierdoor zal dus wanneer aan de meetklemmen I en II geen spanning wordt aangesloten de meter M geen uitslag vertonen. Wordt nu aan de meetklemmen I en II een gelijkspanning aangelegd, waarbij de positieve kant aan I is verbonden dan

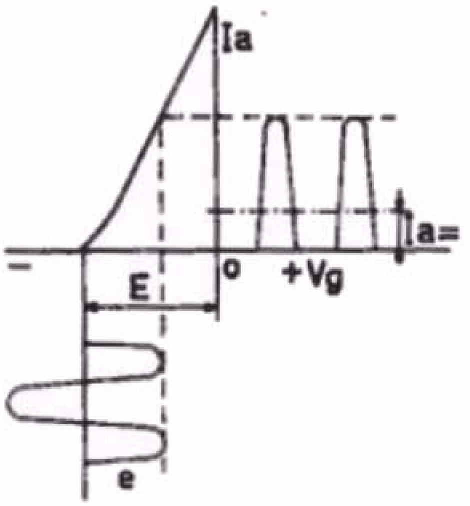


Schakeling van de Moullin Voltmeter
Door de roosterspanning E is de buis in het afknijppunt van de Ia - Vg karakteristiek ingesteld.

Fig. 1

zal de meter M een zekere uitslag vertonen en is deze uitslag een maat voor de aangelegde gelijkspanning.

Met deze schakeling kan ook wisselspanning worden gemeten. Uit fig. 2 zien wij dat een aan het rooster aangelegde wisselspanning in de anode keten een gelijkgerichte stroom veroorzaakt, en zal dus de meter M hiervan de gemiddelde waarde (Ia= in fig. 2) aangeven. x)
In deze schakeling bepaalt de weerstand R de belasting die de buisvoltmeter op de te meten spanning veroorzaakt. Om buistechnische redenen wordt hiervoor een waarde van ca. 10 MΩ gekozen (een hogere waarde zou de instelling van de buis instabiel kunnen maken).



Anode detectie.
De roosterwisselspanning e veroorzaakt een anodegelijkstroom Ia=

Fig. 2

In deze vorm is de buisvoltmeter nog ongeschikt voor gebruik in de Service werkplaats en wel om de volgende redenen:

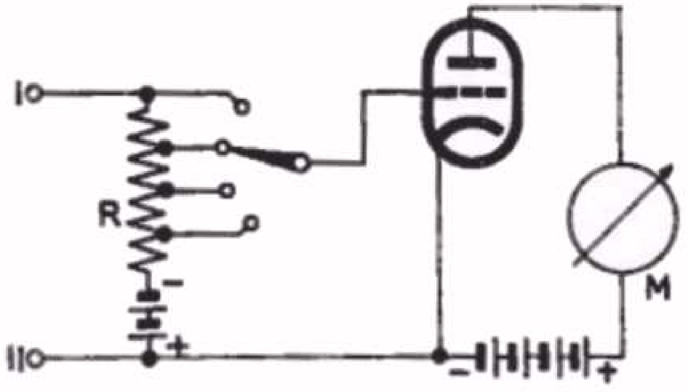
1. Het meetbereik is beperkt. Wij hebben hierboven reeds gezegd dat tijdens de meting geen roosterstroom mag optreden zodat wij gelijkspanning tot een maximum waarde van E kunnen meten, terwijl bij wisselspanningen de maximale effectieve waarde $\frac{E}{\sqrt{2}}$ is.

2. Wij kunnen alleen maar gelijkspanningen meten welke positief t.o.v. aarde (chassis van het te repareren radio-apparaat) zijn.

Wij zullen nu eens zien hoe of wij deze bezwaren kunnen vermijden.

Meetbereik

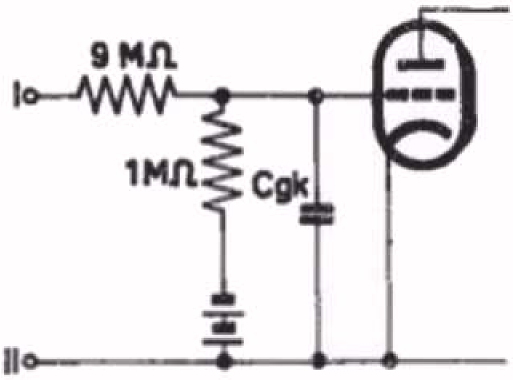
Door, zoals in fig. 3 is aangegeven, op de weerstand R verschillende aftakkingen aan te brengen kunnen we het meetbereik vergroten. Was dit bijv. 0-3 V dan kunnen wij een meetbereik van 0-30 V bereiken wanneer we het rooster op 1/10 deel van R aftakken. Voor gelijkspanningsmetingen kunnen we op deze manier het meetbereik vergroten tot bijv. 0-500 V zonder dat dit bezwaren oplevert. Voor wisselspanningen echter zullen wij moeilijkheden ondervinden. Wanneer we bijv. het meetbereik een factor 10 hebben vergroot, dan krijgen we de situatie zoals aangegeven in fig. 4.



Vergroting van het meetbereik door aftakkingen op de weerstand R.

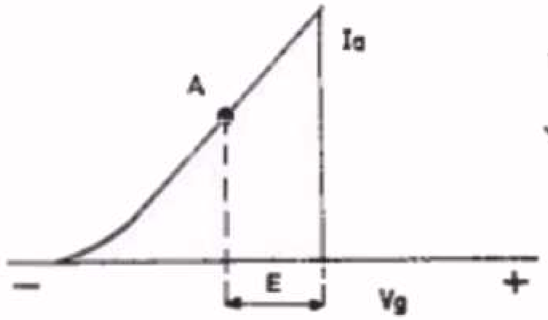
Fig. 3

Hierbij is de condensator Cgk de capaciteit, welke tussen het stuurrooster en de kathode aanwezig is. Wij nemen eens aan dat deze 10 pF is en dat wij een wisselspanning willen meten met een frequentie van 500 kHz (bijv. de middenfrequent wisselspanning aan de detector diode). Voor deze frequentie vertegenwoordigt Cgk een weerstand van ca. 32.000Ω . Hieruit blijkt dus duidelijk dat we nu een spanningsdeling krijgen welke niet meer bepaald wordt door de aftakking op de weerstand R. Tevens is de afwijking hiervan afhankelijk van de frequentie van de te meten spanning, zodat op deze manier voor het meten van wisselspanningen het meetbereik niet kan worden vergroot. Hoe of dit wel kan gebeuren zullen wij verder zien, maar we willen eerst eens nagaan hoe of wij bij het meten van gelijkspanningen, zowel positieve als negatieve spanningen kunnen meten. Hiertoe wordt de buis niet in zijn afknijppunt ingesteld doch in het midden van het rechte deel van de Ia-Vg karakteristiek (punt A in fig. 5). Als we nu het meetbereik van de meter M in de anodeleiding zodanig kiezen dat de anode-stroom de



Cg-k verstoort de spanningsdeling voor wisselspanningen met hoge frequentie.

Fig. 4



De buis ingesteld in punt A, het midden van het rechte deel van de karakteristiek.

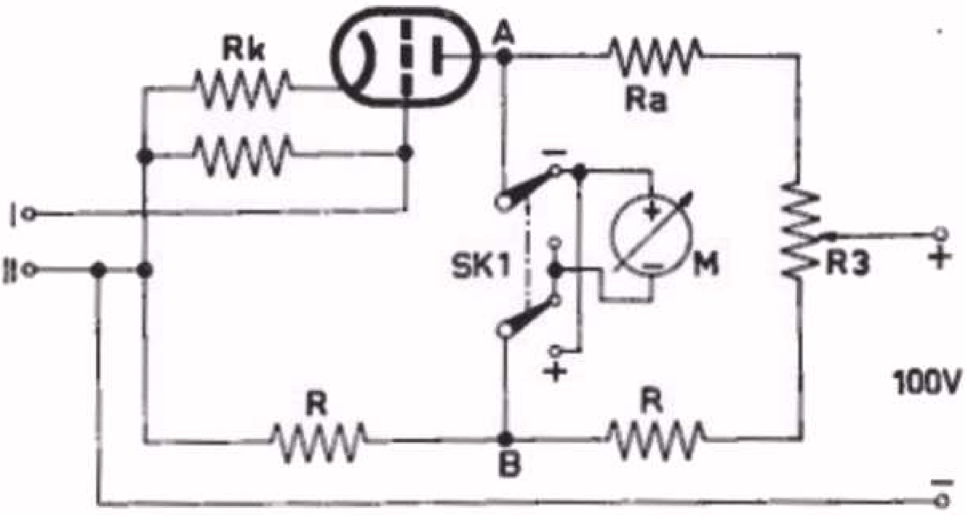
Fig. 5

De schaalverdeling, verkregen met de instelling van fig. 5

Fig. 5a

x) In sommige radio-toestellen komen wij de schakeling van fig. 1 tegen als detector. Wij hebben hier, evenals bij de diode(les 11 en 13) eigenlijk gelijkrichting van het toegevoerde wisselspanningssignaal. In plaats van de meter M is dan een weerstand in de anode keten opgenomen, waarover het laagfrequente signaal (de modulatie van de draaggolf) te voorschijn komt. Wanneer deze schakeling als detector wordt gebruikt spreekt men van anode detectie.

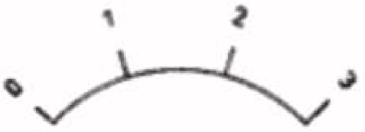
wijzer net op de helft van de schaal brengt, krijgen we een schaalverdeling zoals in fig. 5a is aangegeven. Hierbij is dan het 0-punt in het midden van de schaal; naar rechts krijgen we een schaalverdeling voor positieve spanningen en naar links een voor negatieve spanningen aan de meetklem I. Hierbij is nu de bruikbare schaallengte van de meter tot de helft gereduceerd. Voor een ruime schaalverdeling willen we echter graag de gehele schaallengte gebruiken en om dit te bereiken passen we een kunstgreep toe. Wij gaan nl. de anode ruststroom door de meter compenseren (zie fig. 6). We zien



Schakeling waarbij de anode-ruststroom wordt gecompenseerd.
Instelling van de buis als in fig. 5. Met behulp van de omschakelaar SK1 kunnen zowel positieve- als negatieve spanningen worden gemeten.

Fig. 6

dat deze figuur zeer veel overeenkomt met fig. 14 uit les 20. Door een juiste keuze van de weerstanden R en Ra kunnen wij bereiken dat tussen de punten A en B geen spanningsverschil aanwezig is wanneer aan de meetklemmen I en II geen spanning wordt toegevoerd. De meter M zal dus op 0 (linker zijde van de schaal) staan (zie fig. 6a). Om kleine variaties in de buiseigenschappen te kunnen compenseren is de potentiometer R3 aangebracht, waarmede steeds spanningsevenwicht tussen de punten A en B kan worden ingesteld. Daar wij hiermede de meter op 0-uitslag brengen noemen wij deze regeling nulcorrectie. Om nu zowel positieve als negatieve spanningen t.o.v. chassis te kunnen meten is de omschakelaar SK1 aangebracht, waarmede wij de verbindingen naar de meter M kunnen omwisselen. Wordt aan de klemmen I en II een gelijkspanning aangesloten dan zal de anodestroom door de buis variëren en zal dus ook de spanning over Ra een verandering ondergaan. Het spanningsevenwicht tussen de punten A en B is niet meer aanwezig en de meter M zal een zekere uitslag vertonen.

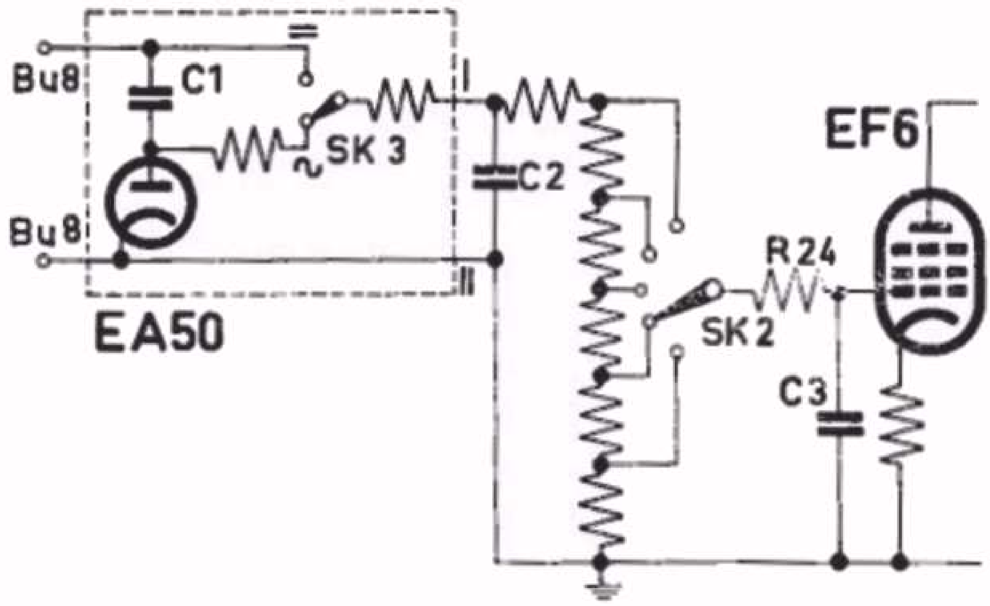


De schaalverdeling verkregen met de schakeling van fig. 6

Fig. 6a

Om nu met deze schakeling ook wisselspanningen te kunnen meten gaan wij deze eerste gelijkrichten en de gelijkspanning die hierdoor ontstaat aan de meetklemmen I en II toevoeren. De schakeling wordt

dan zoals in fig. 7 is aangegeven. Hierbij zijn de klemmen Bu8 en Bu9 de punten waar de te meten spanning wordt aangesloten. Bij het meten van wisselspanningen worden deze door de diode EA50 gelijkge-



Schakeling van de buisvoltmeter GM 7635.

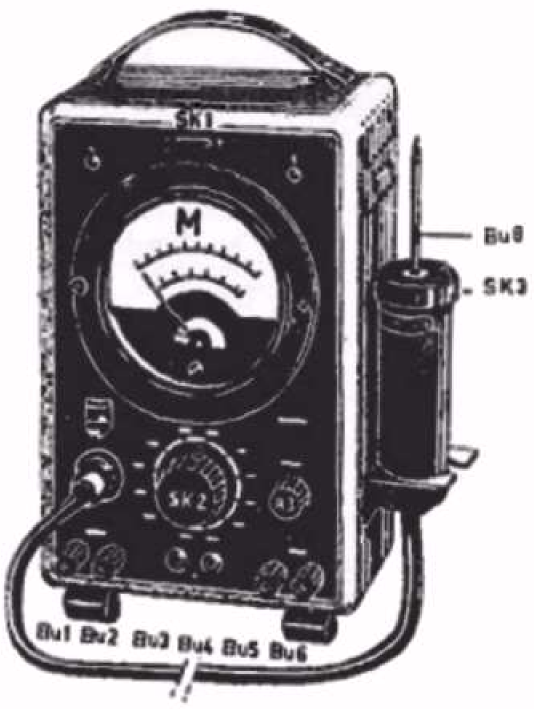
SK2. Omschakelaar voor de verschillende meetbereiken.

SK3. Omschakelaar voor gelijk- en wisselspanningsmeting.

Fig. 7

richt (de condensator C1 is aangebracht om eventuele gelijkspanningen te blokkeren). Door deze gelijkrichting wordt de condensator C2 opgeladen tot practisch de amplitude van de te meten wisselspanning. De aansluitpunten van deze condensator komen nu verder overeen met de aansluitklemmen I en II uit de vorige figuren. Parallel over C2 is een weerstand met aftakkingen aangebracht zodat wij met de omschakelaar SK2 het gewenste meetbereik in kunnen stellen. De weerstand R24 en de condensator C3 zijn aangebracht om de rimpelspanning die nog in de gelijkgerichte spanning aanwezig is, volledig af te vlakken. Met de omschakelaar SK3 kunnen wij de diode uitschakelen en zodoende gelijkspanningen aan Bu8 meten.

Door het aansluitpunt Bu8 als een korte meetstift uit te voeren en de diode EA50 zo dicht mogelijk hierbij te monteren wordt een zeer lage ingangscapaciteit verkregen, zodat wij op deze manier hoge frequenties (tot 100 MHz) kunnen meten.



Vooraanzicht van de GM 7635.

Fig. 8

98. GM 7635

Door Philips wordt een buisvoltmeter, geconstrueerd volgens het principe van fig. 7, in de handel

gebracht onder het type nummer GM 7635 (zie fig. 8). Hierbij bevinden zich de condensator C1, diode EA50 en omschakelaar SK3 in een meetkop, welke met een 3-polig afgeschermd snoer met het meetapparaat is verbonden. Met de meetpen Bu8 worden nu de punten waarvan men de spanning wil meten afgetast. Door de kleine afmetingen van dit apparaat, zal dit veel worden gebruikt om bij de gebruiker van een radioapparaat aan huis metingen te kunnen doen. Om nu niet onnodig veel meetapparatuur mede te moeten nemen, is bij deze buisvoltmeter de mogelijkheid aangebracht om ook weerstanden en gelijkstromen te kunnen meten.

Technische gegevens van de GM 7635

Meetgebieden

Wisselspanning:	0-3-10-30-100-300 V (frequentie 50Hz - 100 MHz)
Gelijkspanning:	0-3-10-30-100-300 V; terwijl nog een meetbereik van 1000 V (aansluitklemmen Bu1 en Bu2) beschikbaar is. Met een separate meetkop type GM 4579 kunnen bovendien metingen worden gedaan tot maximaal 30 kV).
Gelijkstroom:	0-3-30-300 mA; hierbij de aansluitklemmen Bu5 en Bu6 te gebruiken.
Weerstanden:	0-1000Ω ; 0-10.000Ω ; 0-0.1 MΩ, 0-10 MΩ. Hierbij worden de meetsnoeren aan de klemmen Bu3 en Bu4 verbonden. Voor het uitvoeren van de gelijkspanningsmeting 0-1000 V en de gelijkstroom- en weerstandsmetingen worden meetsnoeren met geisoleerde meetpennen medegeleverd.

Deze verschillende meetgebieden kunnen worden ingesteld met de omschakelaar SK2.

Ingangsimpedantie van de meetkop

Voor gelijkspanning :	ca 9 MΩ
Voor wisselspanning :	ca 2,5 MΩ bij 1000 Hz,
	ca 0,7 MΩ bij 1 MHz
	ca 130 kΩ bij 10 MHz
	ca 20 kΩ bij 40 MHz

Ingangscapaciteit van de meetkop

Stand „~" : ca 11 pF

Meetfout

Voor wisselspanning: < 3,5 % voor het frequentiegebied 50 Hz-50 MHZ.
Voor gelijkspanningen (behalve het
0-1000 V gebied < 3,5 %
Voor gelijkspanningen (1000 V gebied) < 5 %
Voor gelijkstromen : < 3,5 %
Voor weerstanden : ca 5%

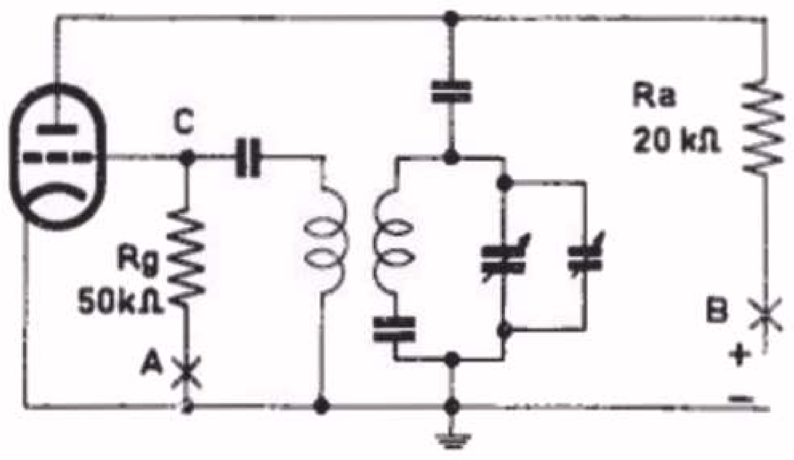
Meetbeveiliging

Bij spanningsmetingen en weerstandsmetingen worden de maximaal optredende stroomveranderingen door de meter M, beperkt door de buis EF6 (fig. 7). Hierdoor is de meter beveiligd tegen overbelasting. Bij het meten van gelijkstroom is geen meterbeveiliging aanwezig; het verdient dus aanbeveling hierbij steeds de meting te beginnen met de omschakelaar SK2 op het hoogste meetbereik 0-300 mA.

99. Practisch gebruik van de GM 7635

Wij willen nu nog een paar voorbeelden doornemen waaruit het grote nut van een buisvoltmeter blijkt.

In fig. 9 is de oscillator-schakeling van een radio ontvanger aangegeven. Om de goede werking van een oscillatorschakeling te controleren kunnen wij in de punten A en (of) B een mA-meter inschakelen. In punt A moeten wij ca. 200 µA meten, dit is de vereiste roosterstroom voor een goede werking van de mengbuis. In het punt B zullen wij een stroomsterkte van 4 à 5 mA moeten vinden en deze stroom zal moeten oplopen tot een hogere waarde wanneer de weerstand Rg wordt kortgesloten.

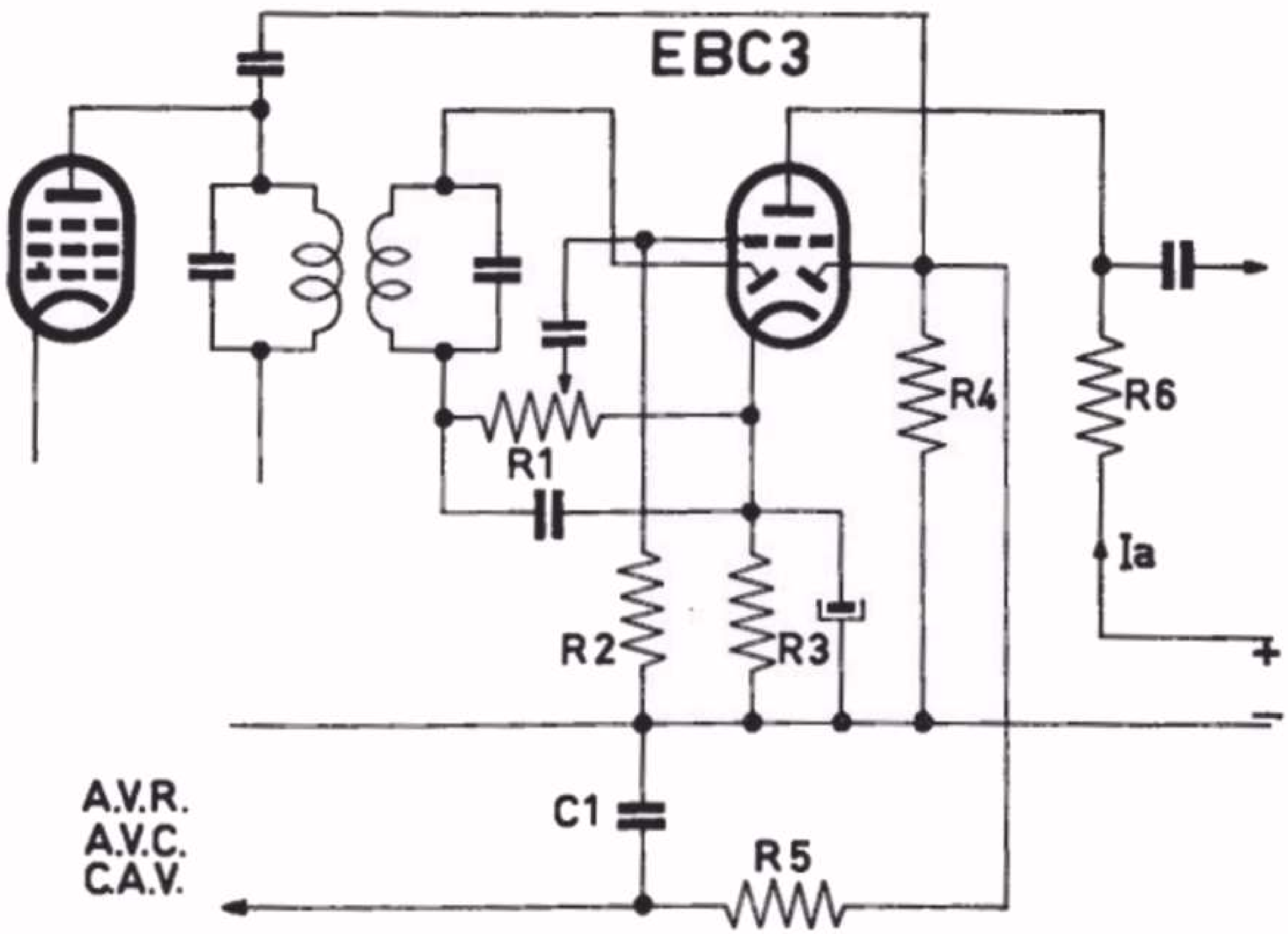


Schakeling van het oscillatordeel van een ontvanger.

Fig. 9

Bij beide metingen moeten wij echter verbindingen lossolderen om de mA-meter te kunnen aansluiten. Dit is een tijdrovende handeling. Met een buisvoltmeter echter kunnen wij zonder meer aan het punt C meten of de oscillator schakeling normaal functionneert. We meten dan hier ca. 10 V gelijkspanning. De ingangsweerstand van 9 MΩ van de GM7635, welke hierbij parallel komt te staan aan Rg, beïnvloedt nl. de schakeling niet.

In fig. 10 is een detector- AVR- en L.F. versterkschakeling aangegeven. Om de goede werking van bijv. AVR te controleren, kunnen wij in de anodekring van de door de AVR geregelde M.F.-buis een mA-meter opnemen. Bij afstemming op een zender, van dusdanige sterkte dat de AVR in werking treedt, zal deze anodestroom moeten afnemen. Hierbij moeten wij echter weer een verbinding losmaken hetgeen tijdverlies betekent. Met de buisvoltmeter kunnen wij direct constateren of er een regelspanning over R4 en C1 ontstaat.
Door de hoge ingangsweerstand van de buisvoltmeter, kunnen wij tevens de anode gelijkspanning van het triode-deel zonder meer met voldoende nauwkeurigheid meten.
In volgende lessen zullen wij nog gelegenheid krijgen om het nut van de buisvoltmeter aan te tonen.

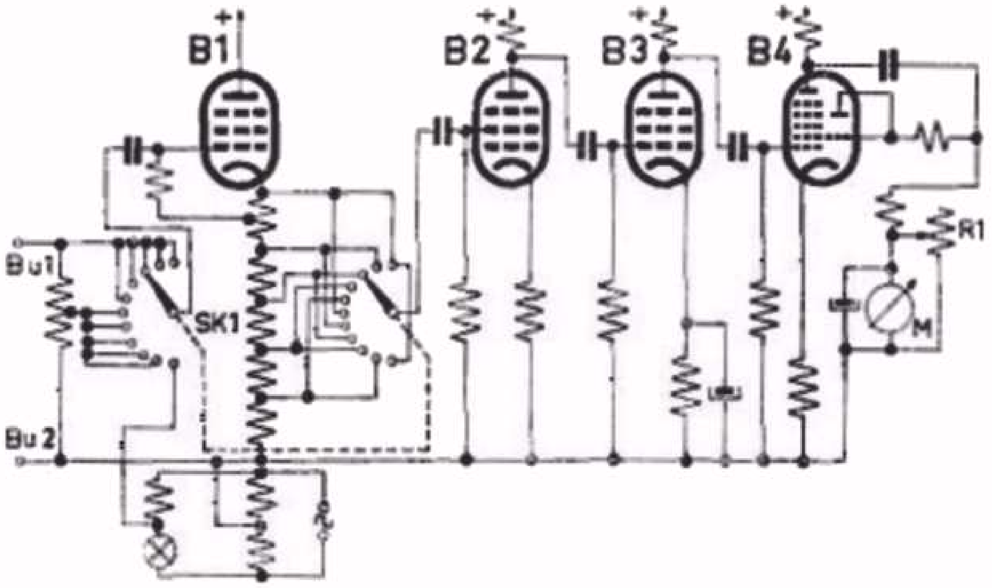


Detector- AVR- en L.F. versterkschakeling van een ontvanger.
Fig. 10

100. De versterkervoltmeter GM 6005

In vele gevallen bestaat er in de Service werkplaats behoefte aan een zeer gevoelige voltmeter voor wisselspanningen met een hoge ingangsweerstand en een groot frequentie-bereik. Dit is speciaal het geval bij controle van versterker-installaties bijv. het meten van de wisselspanning afgegeven door een microfoon of een pick-up; de wisselspanning over de anode weerstand van een laagfrequent versterkerbuis; de ingangsspanning van een versterker e.d.

Wanneer wij een grote gevoeligheid willen bereiken dus lage spanningen willen meten, laat de buisvoltmeter volgens het in par. 97 en 98 genoemde principe ons in de steek. Hiermede zijn nl. spanningen kleiner dan 0,5 V moeilijk te meten. Om hieraan tegemoet te komen zijn er meetapparaten ontwikkeld, waarbij de te meten spanning eerst wordt versterkt om daarna aan een meter te worden toegevoerd. Door Philips is hiervoor het meetapparaat GM 6005 gemaakt; fig. 11 geeft hiervan een vereenvoudigd schakelschema. De buizen B2, B3 en het heptode deel van B4 vormen een versterker met een breed frequentie gebied. De buis B1 is geschakeld in z.g. kathode koppeling (cathode follower). Hierdoor, en door andere maatregelen, kunnen wij een frequentie onafhankelijke vergroting van het meetbereik met behulp van SK1 bereiken. (Over het hoe en waarom hiervan zullen wij hier verder niet spreken, daar dit voor deze cursus te ver zou voeren.)
De te meten spanning wordt toegevoerd aan de meetklemmen Bu1 en Bu2. Nadat deze spanning dus door de buizen B2, B3 en B4 is versterkt

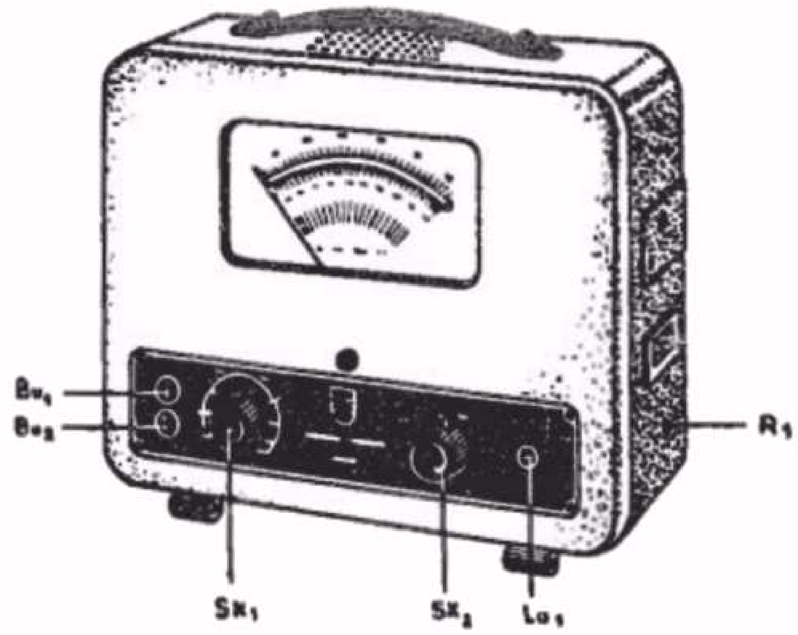


Vereenvoudigd principeschema van de GM 6005

Fig. 11

wordt de versterkte spanning door het triode deel van B4 (als diode geschakeld) gelijkgericht en zodoende door de draaispoelmeter M aangegeven. De aanwijzing van de meter M is afhankelijk van de totale versterking en deze kan zich op den duur wijzigen, door buizenslijtage bijv. Om dit te kunnen corrigeren heeft de omschakelaar SK1 een stand "controle". Hierbij wordt een constante wisselspanning van 10 mV, welke in punt A aanwezig is, aan het stuurrooster van B1 toegevoerd. Met de weerstand R1 wordt nu de meter M op volle uitslag gebracht.

In fig. 12 zien wij de GM 6005 afgebeeld. Hierin is SK1 de omschakelaar voor de verschillende meetbereiken; SK2 de net schakelaar; La1 een signaallampje en R1 de instelweerstand voor de ijking van het apparaat. De te meten spanning wordt, zoals reeds gezegd, aangesloten aan de klemmen Bu1 en Bu2.



Vooraanzicht van de GM 6005

Bu1 - Bu2	aansluitklemmen
SK1	meetbereikenschakelaar
SK2	netschakelaar
La1	indicatielampje
R1	instelweerstand voor de ijking van het apparaat.

Fig. 12

Eigenschappen van de GM 6005

Meetbereiken:

0 - 10; 30; 100 en 300 mV;
0 - 1; 3; 10; 30; 100 en 300 V.

Frequentiegebied:

Dit loopt van 20 Hz tot 1 MHZ.
De afwijkingen van de frequentiekarakteristiek zijn:

tussen 100 Hz en 500 kHz minder dan 1 % en
tussen 20 Hz en 1 MHz minder dan 2 %.

Ingangsimpedantie

Meetgebieden	Ingangscapaciteit	Ingangsdemping
10 mV t.m. 1 V	<15 pF	bij 20 kHz >1,5 MΩ bij 1 MHz >0,7 MΩ
3 V t.m. 300 V	< 6 pF	bij 20 kHz >1,9 MΩ bij 1 MHZ >0,7 MΩ

Meterbeveiliging

Door de versterker wordt de maximale stroom door de meter M tot een toelaatbare waarde begrensd. Hierdoor wordt de meter beveiligd tegen overbelasting. Is bijv. het apparaat geschakeld op het meetbereik 0 - 10 mV en het wordt aangesloten op een spanning van 200 V, dan treedt geen beschadiging van de meter op.

Decibel schaal

De schaal van het meetapparaat is, naast de gewone spanningsschalen 0 - 100 en 0 - 300, uitgerust met een decibel-schaal. Hierdoor is bij meting van een frequentie-karakteristiek een directe aflezing in decibel (afkorting hiervan is dB) mogelijk.

SAMENVATTING

1. Met de Service oscillator (GM 2883 of GM 2884) en het universeel meetapparaat (GM 4257) zijn practisch alle fouten in ontvangers op te sporen.

2. Vele metingen kunnen echter alleen indirect worden gedaan; b.v. anode- en schermroosterspanningen van L.F. versterkerbuizen, regelspanning in A.V.R. schakelingen, oscillatorspanning e.d. (Dit is tijdrovend)

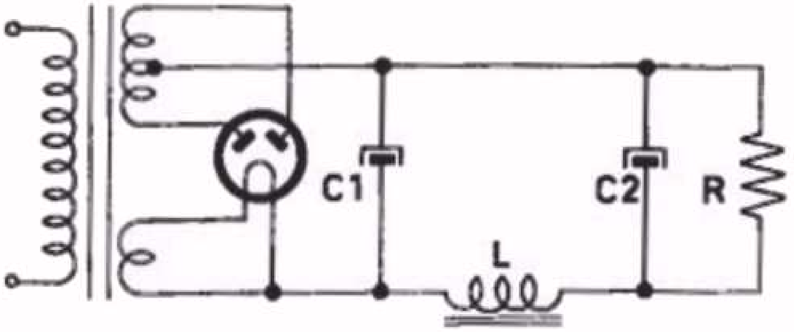
3. Met een buisvoltmeter kunnen bovengenoemde metingen (en meerdere) direct worden uitgevoerd.

4. Met de versterker-voltmeter GM 6005 kunnen wisselspanningen tot 1 MHz en van zeer kleine waarden tot 300 V worden gemeten.

5. Speciaal voor controle van L.F. versterkers geeft dit apparaat veel tijdsbesparing.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1.



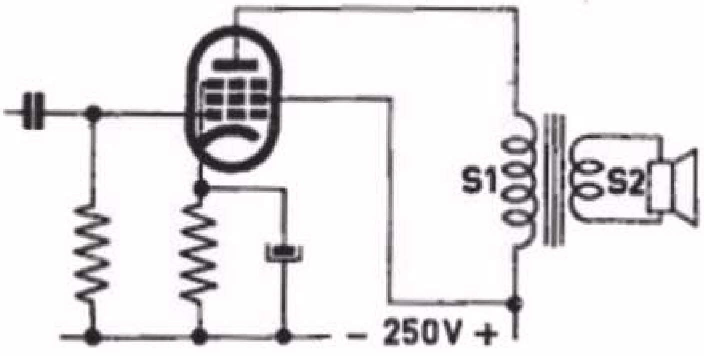
Gegeven is:

De gelijkspanning over C2 is 250 V.
R = 50.000 Ohm
C1 = C2 = 50 μF
L = 4 H.

Gevraagd:

Hoe kunnen we de rimpelspanningen over C1, respectievelijk C2 bepalen.

2.



Van de aangegeven schakeling is bekend dat:

S 1 = 3160 windingen
S 2 = 100 windingen

De aanpassingsweerstand van de eindbuis is 7000 Ohm.

Gevraagd:

Hoe groot moet de weerstand van de aan S 2 aangesloten luidspreker zijn?

3. Gegeven:

Het schema van fig. 14 uit les 17.

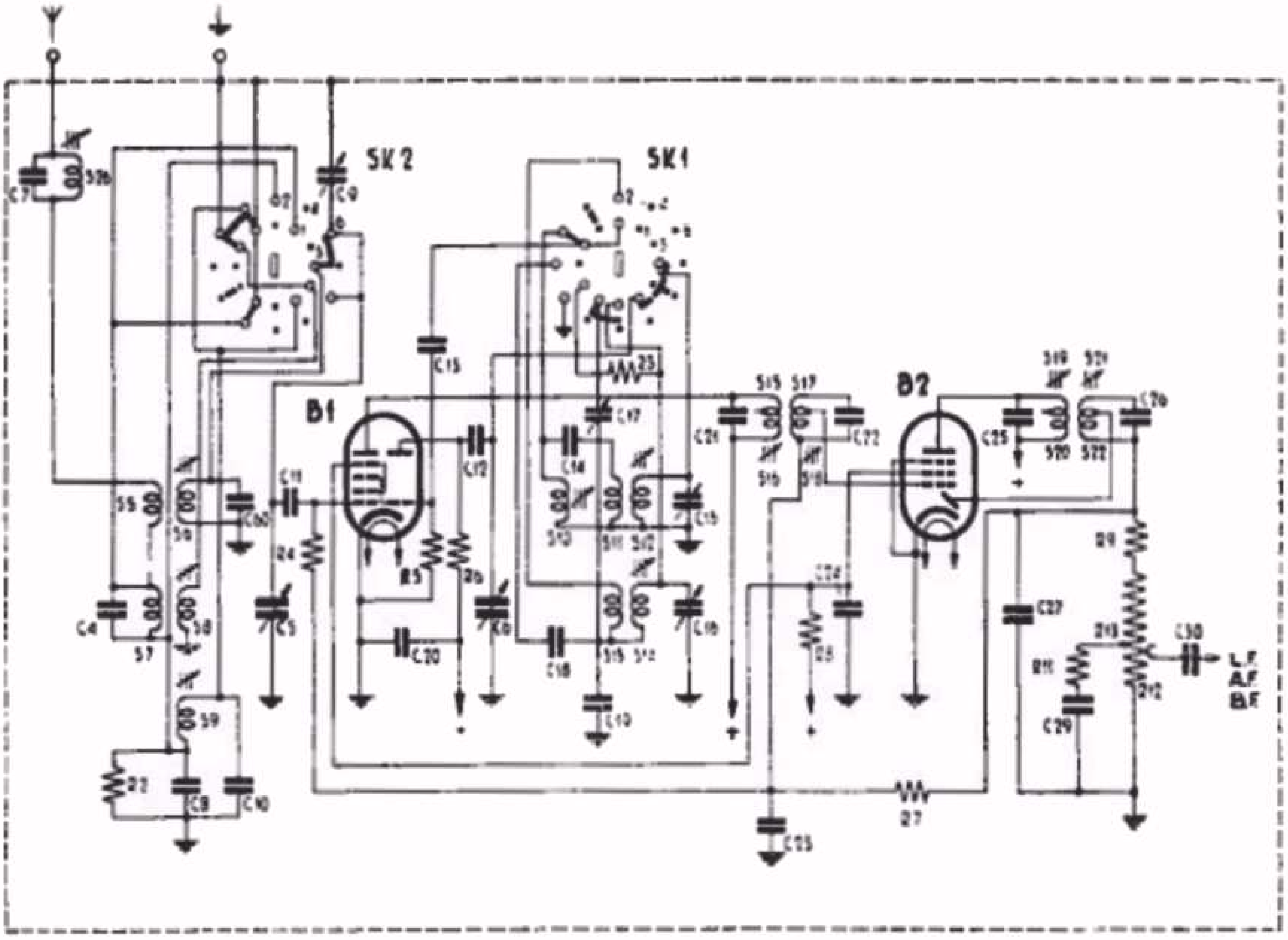
Wat zal er gebeuren als:

a. De verbinding van L5 naar C10 is onderbroken? (De verbindingen van L5 met het chassis en met C 12 zijn intact).

b. De condensator C18 sluiting heeft?

101. Een ontvangtoestél met 3 frequentiebereiken

Wij zullen thans eens een complete eenvoudige superheterodyne bekijken, welke geschikt is voor 3 frequentiebereiken nl.: K.G. 2. M.G. en L.G. In fig. 1 is het schema hiervan aangegeven t/m de detector. Als wij dit schema bekijken en vergelijken met de in vorige



Schema van een superheterodyne ontvanger voor 3 frequentiebereiken.
Getekend tot en met de detector.
Frequentiebereiken;

I	K.G.2	=	16,5	- 50,7	m	(18,2	- 5,92	MHz)
II	M.G.	=	185	- 580	m	(1622	- 517	kHz)
III	L.G.	=	1053	- 1975	m	(285	- 152	kHz)

Middenfrequentie = 452 kHz

C4	=	39	pF	C23	=	47000	pF
C5	=	11-500	pF	C24	=	0.1	µF
C6	=	11-500	pF	C27	=	82	pF
C7	=	270	pF	C29	=	68000	pF
C8	=	1800	pF	C30	=	8200	pF
C9	=	30	pF	C60	=	3.9	pF
C10	=	72	pF	R2	=	12000	Ohm
C11	=	220	pF	R3	=	8200	Ohm
C12	=	470	pF	R4	=	0.82	Megohm
C13	=	56	pF	R5	=	33000	Ohm
C14	=	82	pF	R6	=	33000	Ohm
C15	=	30	pF	R7	=	1.5	Megohm
C16	=	30	pF	R8	=	56000	Ohm
C17	=	250-400	pF	R9	=	47000	Ohm
C18	=	100	pF	R11	=	12000	Ohm
C19	=	440	pF	R12	=	0.05	Megohm
C20	=	1800	pF	R13	=	0.45	Megohm

Fig. 1

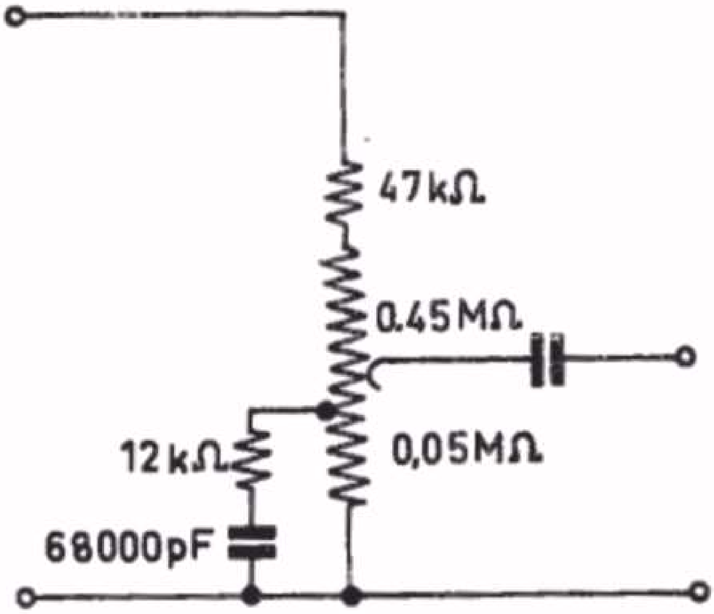
lessen gegeven schakelingen, dan zien wij hier en daar enige verschillen. Het hoe en waarom hiervan zullen wij thans eens onder de loupe nemen.

De volumeregeling

De potentiometer R12/R13, waarmede het volume geregeld wordt, is voorzien van een aftakking, en parallel aan het deel R12 is de serie schakeling R11-C29 geschakeld. De reden waarom dit gedaan wordt, is de volgende: Wanneer wij het volume van een radio toestel verminderen, zullen wij waarnemen dat de lage tonen in verhouding meer afnemen, dan de midden tonen en de hoge tonen. Dit wordt veroorzaakt, doordat het menselijk oor het gevoeligst is voor frequenties in de buurt van 1000 à 2000 Hz, en het minst gevoelig voor lage frequenties. Wanneer er nu geen maatregelen getroffen worden, zal bij zacht ingestelde muziekweergave deze gehoord worden met een overmaat van hoge tonen, dus schril klinken. De serie-schakeling R11-C29 geeft een extra verzwakking voor de hoge tonen, zodat nu de weergave meer natuurlijk klinkt.

Een dergelijke volume-regeling, waarbij tevens de frequentie-karakteristiek wordt gecorrigeerd (aangepast aan het menselijk oor) noemen we een physiologische volume-regeling.

In fig. 2 is deze volumeregelaar nog eens getekend met aangifte van de waarden van de onderdelen. In feite veroorzaakt C29 de extra verzwakking van de hoge tonen, doch R11 is aangebracht om de regeling soepel te laten verlopen.



Volumeregeling met aftakking, ter verbetering van de weergave bij teruggedraaide volumeregeling.

Fig. 2

Aftakkingen op de M.F. spoelen

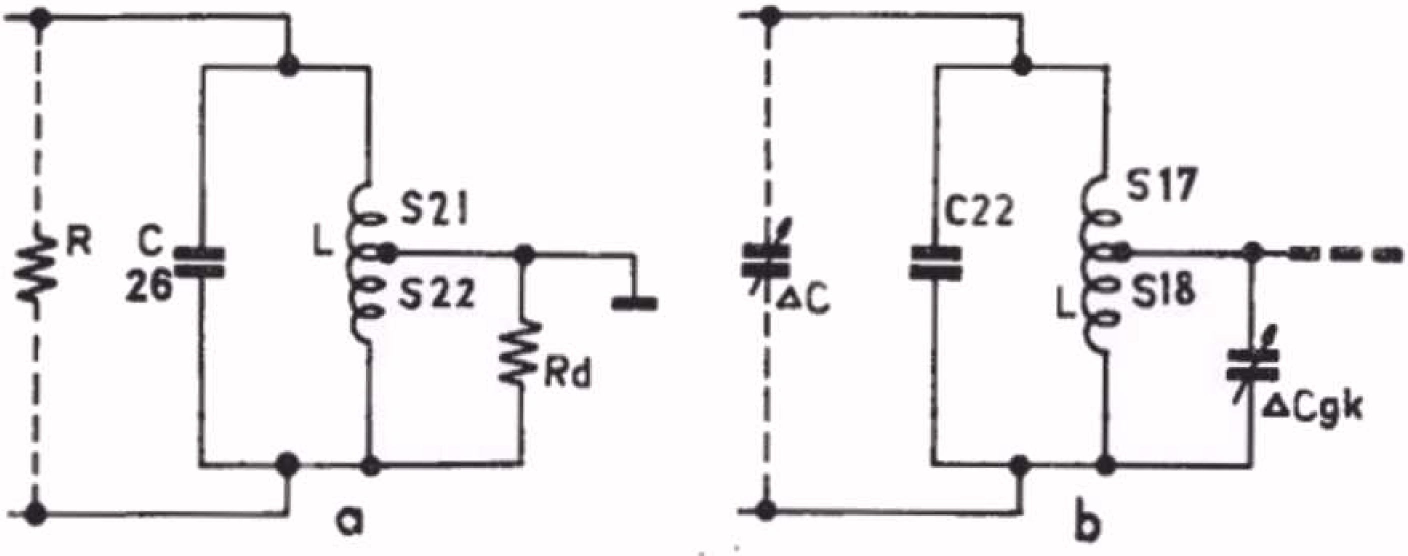
Het stuurrooster van B2 en de detector-diode zijn aangesloten op aftakkingen van de M.F. spoelen. De redenen hiervan zijn:

a. Minder demping door de diode-detector.
b. Minder verstemming door de variabele Cg-k van de M.F. buis.

ad a. Diodedemping

De diode-detector vormt een zekere belastingsweerstand over de afgestemde kring en veroorzaakt daardoor een extra demping van deze

kring, waardoor de selectiviteit vermindert. Wordt nu de diodedemping (Rd) op een aftakking van de spoel aangesloten, dan komt deze demping over de gehele kring tevoorschijn als een weerstand R, welke aanzienlijk groter is dan Rd. Zie hiervoor fig. 3a. Wanneer de wikkelverhouding van S22 + S21 en S22 gelijk is aan n, dan blijkt $R = n^2 \times Rd$ te zijn. (Zie hiervoor les 15, par. 70 en les 11, par. 58).



a. De diode aangesloten op een aftakking van L. De diodedemping Rd heeft hierdoor minder invloed op de totale demping van de afstemkring.

b. Het rooster van de M.F.-buis aangesloten op een aftakking van L. De variatie van Cg-k heeft nu minder invloed op de afstemming van de kring.

Fig. 3

ad.b. Verstemming door de M.F.buis

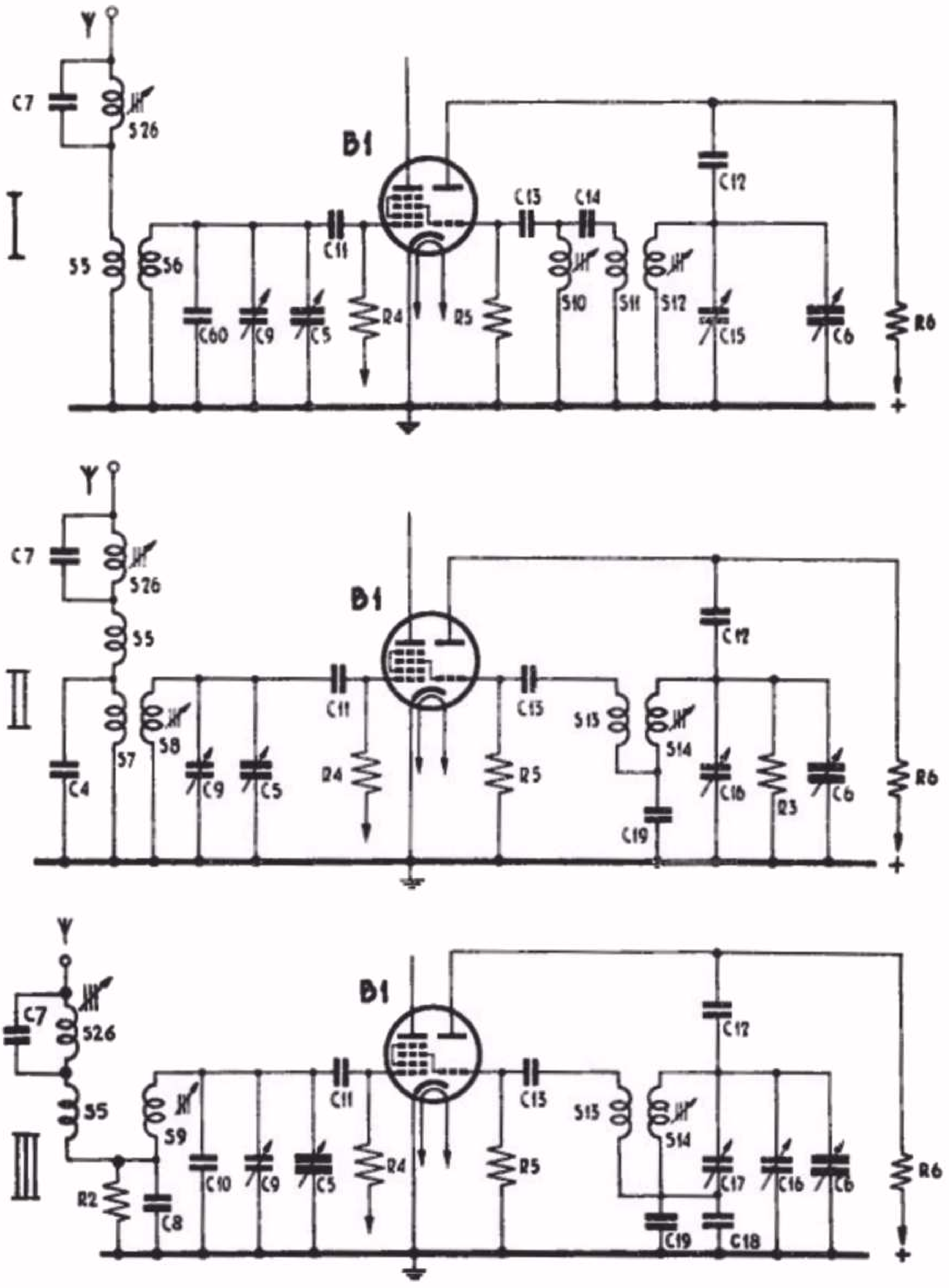
Wanneer van een radiobuis de negatieve voorspanning op het stuurrooster wordt gevarieerd, blijkt tevens de capaciteit tussen dit rooster en de kathode (Cg-k) ook te variëren. Door de gevarieerde roosterspanning verandert namelijk de dichtheid van de ruimtelading (zie les 12, par. 59) en zullen zich tussen het rooster en de kathode meer of minder electronen bevinden. Wij kunnen dit beschouwen als een verandering van het diëlectricum, waardoor de capaciteit een andere waarde krijgt. Wanneer nu de automatische volumeregeling in werking treedt, verandert de negatieve voorspanning van het stuurrooster van B2 en zal, door de variatie van Cg-k, de afstemkring S17-S18-C22 verstemmen. Om deze verstemming te verminderen tot een toelaatbar bedrag, wordt g1 op een aftakking aangesloten. Het blijkt nu, dat de capaciteits-variatie Δ Cg-k als een veel kleinere ΔC over de gehele kring tevoorschijn komt. (Zie fig. 3b). Het blijkt nu, dat ΔC gelijk is aan Δ Cg-k gedeeld door n^2.

Oscillator- en H.F. schakeling

In fig.4 zijn de oscillator en H.F. schakeling voor de drie frequentiebereiken aangegeven.

Oscillatorschakeling

In tegenstelling met de oscillatorschakeling, gegeven in les 22, fig.9, zien wij hier, dat voor het frequentiebereik I een extra roos-



Schakelingen van de H.F.- en oscilatorkring voor de 3 frequentiebereiken:

I	18,2	-	5,92	MHz
II	1622	-	517	kHz
III	285	-	152	kHz

Fig. 4

terspoel S10 via C14 parallel geschakeld is aan de terugkoppelspoel S11. Dit is gedaan om over het gehele frequentiebereik een meer constante wisselspanning aan het stuurrooster van het triodedeel te krijgen waardoor de conversiesteilheid van de mengbuis meer constant blijft.

Om dezelfde reden is voor de frequentiebereiken II en III de terugkoppelspoel S13 niet met het chassis verbonden, doch aan de bovenkant van de serie-padding-condensator geschakeld.

Voor het frequentiebereik III (L.G.) worden dezelfde spoelen gebruikt als voor het frequentiebereik II (M.G.). De omschakeling naar het frequentiebereik III geschiedt nu alleen door vergroting van de afstemcapaciteit, door bijschakeling van C17 en C18.

H.F. schakeling

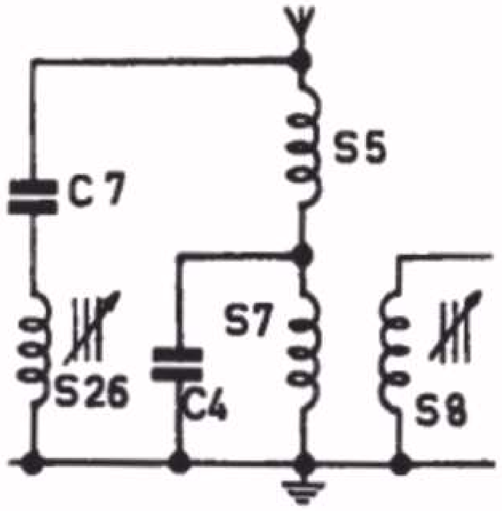
De H.F. schakeling voor de frequentiebereiken I en II is op een bekende manier uitgevoerd, n.l. met inductieve koppeling van de antenne met de H.F. afstemkring. Voor het frequentiebereik III wordt een z.g. capacitieve stroomkoppeling toegepast. De H.F. stroom in de antennekring veroorzaakt hier een spanning over de condensator C8, welke deel uitmaakt van de H.F. afstemkring. Parallel aan C8 is de weerstand R2 geschakeld, om de antenne galvanisch met de aarde te verbinden. Wanneer wij R2 weglaten, kunnen bepaalde L.F. stoorspanningen het stuurrooster van B1 bereiken en daardoor storende verschijnselen veroorzaken (Bijv. brom bij afstemming op een zender, z.g. modulatiebrom).

Wij zien in fig. 1 en fig. 4 dat de H.F. afstemspoelen en de oscillator spoelen uitgevoerd zijn met variabele ijzerpoederkernen (ferroxcube). In les 10 paragraaf 55 hebben wij gezien, dat wij hiermede de zelfinductie van de spoelen kunnen variëren. Deze mogelijkheid wordt hier gebruikt voor het juiste afregelen (trimmen) van de ontvanger.

M.F. antenne-filter

In fig. 4 zien wij steeds de parallelschakeling S26/C7 in serie met de antenne staan. Dit parallel geschakelde filter dient om bepaalde storingen te voorkomen. In les 21 paragraaf 92 hebben wij gezien, dat in de anode kring van de mengbuis o.a. ook het H.F. signaal aanwezig is. Stellen wij ons eens voor, dat een betrekkelijk sterke zender werkt op of nabij de M.F. van onze ontvanger; en dat deze zender in staat is om nog een wisselspanning te veroorzaken op het stuurrooster van B1. Deze storende frequentie zal dan ook in de anodeleiding van B1 aanwezig zijn, en vindt dan een M.F. versterker die juist, of vrijwel, op dit signaal is afgestemd en dus gaarne bereid is dit stoorsignaal verder te versterken. Om deze storing nu te vermijden wordt het filter S26/C7 afgestemd op de M.F. en vormt daardoor voor deze frequentie een hoge impedantie (zie les 10 paragraaf 54). Hierdoor wordt een eventueel stoorsignaal op of nabij de M.F. sterk verzwakt.

Wij vinden dit M.F.-antennefilter ook vaak in de vorm, zoals in fig. 5 aangegeven. Hier zijn de spoel en condensator in serie geschakeld en vormen dus voor de resonantiefrequentie een zeer lage impedantie. Nu wordt dus het storende signaal niet geblokkeerd, doch kortgesloten naar aarde, waardoor ook weer de invloed sterk wordt verminderd.

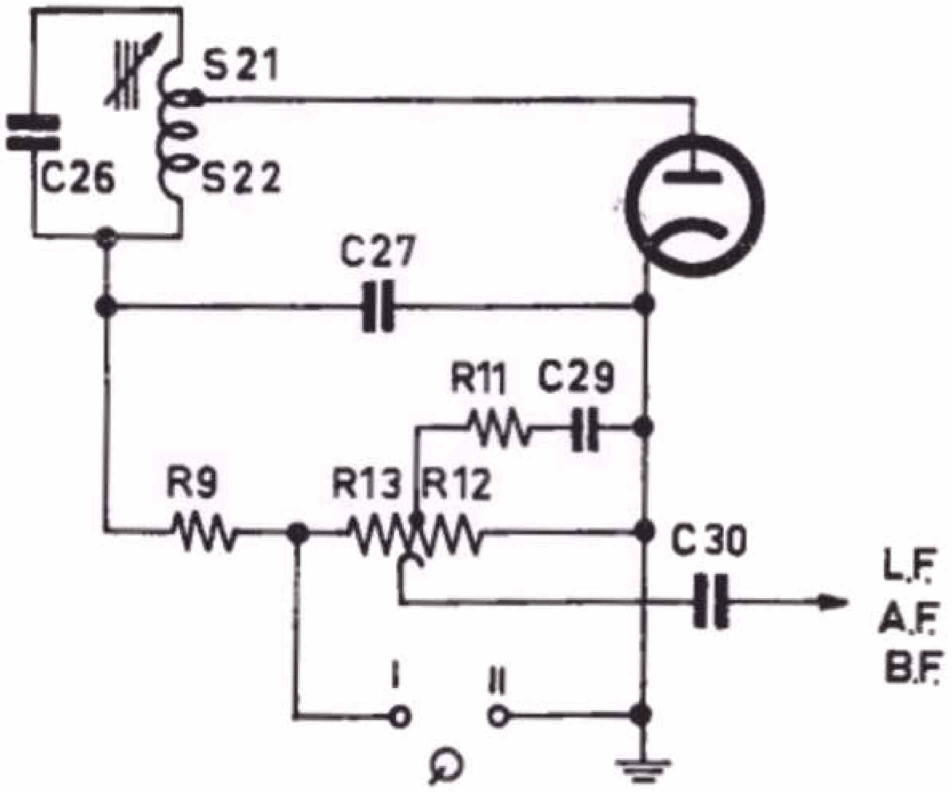


Het M.F.-antennefilter uitgevoerd als serieschakeling

Fig. 5

Aansluiting van een grammofoon-opnemer

Alhoewel dit niet in fig. 1 is aangegeven, willen wij hier even bekijken hoe wij een grammofoonopnemer kunnen aansluiten. De meeste radio-ontvangers zijn n.l. uitgevoerd met de mogelijkheid, om een grammofoonopnemer aan te sluiten, waarbij dan het L.F.deel als grammofoonversterker wordt gebruikt. Wij kunnen in principe de grammofoonopnemer direct op de volumeregelaar aansluiten. Zouden wij dit doen bij de schakeling van fig. 10 les 22, dan krijgen we vervorming van de weergave. Deze vervorming wordt veroorzaakt door de detector-diode, daar deze in de positieve helften van het signaal stroom zal doorlaten. Hierdoor zal de afgegeven spanning van de grammofoonopnemer dalen en dus een vervormde spanning op het rooster van de L.F. buis verschijnen. Om deze vervorming te vermijden, wordt de grammofoon-



Aansluiting van een grammofoonopnemer

Fig. 6

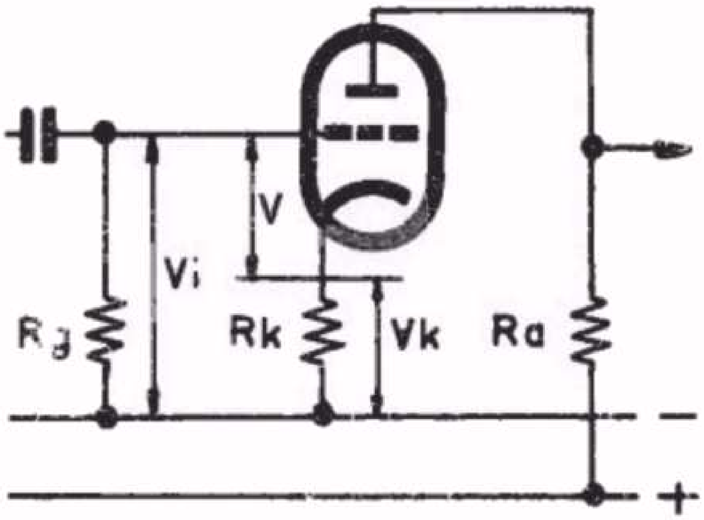
opnemer veelal aangesloten, zoals in fig. 6 is aangegeven. Hierin beperkt R9 de invloed van de detectordiode zodanig, dat de hierdoor

ontstane vervorming toelaatbaar is. Bij meer ingewikkelde apparaten wordt om bovengenoemde reden vaak met behulp van een omschakelaar ervoor gezorgd, dat de detectordiode geen schadelijke invloed kan veroorzaken.

102. L.F. tegenkoppeling

In les 15, par. 68, hebben wij geleerd, dat het noodzakelijk is de kathodeweerstand van een versterkbuis te ontkoppelen met een condensator. Doen wij dit niet, dan krijgen wij vermindering van de versterking. Toch worden in vele radio-ontvangers en L.F. versterkers een of meer kathode-ontkoppelcondensatoren moedwillig weggelaten. De reden hiervan is, dat hierdoor een betere weergavekwaliteit te verkrijgen is en dat de vervorming, veroorzaakt door het niet recht zijn van de Ia/Vg-karakteristiek wordt verminderd.

Wij zullen nu eens bekijken, hoe dit tot stand komt. In fig. 7 is de situatie weergegeven, die wij krijgen, wanneer de kathode-ontkoppelcondensator is weggelaten. Wij weten, dat wanneer wij een signaal Vi aan het rooster toevoeren, er aan de kathode een wisselspanning Vk ontstaat, die Vi tegenwerkt. De resulterende wisselspanning V tussen rooster en kathode is uiteindelijk de nuttige spanning, welke aan de buis wordt toegevoerd (V = Vi - Vk).

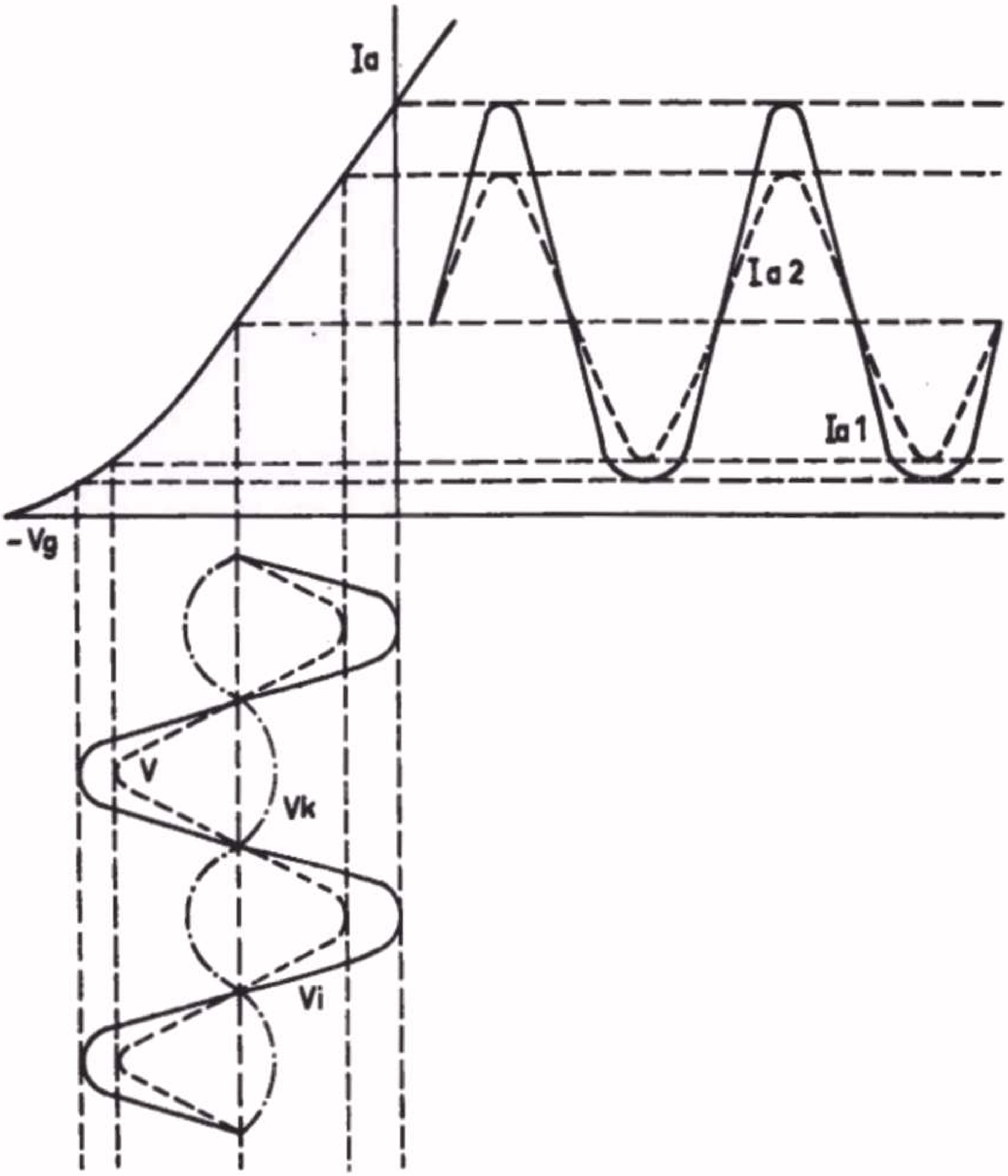


L.F.-tegenkoppeling door het niet ontkoppelen van de kathodeweerstand
Fig. 7

Om nu te zien, hoe hierdoor vermindering van vervorming kan ontstaan, gaan wij fig. 8 eens bekijken. Vooropgesteld moet worden, dat het verloop van spanningen en stromen in werkelijkheid niet zo eenvoudig is, als in fig. 8 aangegeven, doch voor een begrip van deze kwestie is de vereenvoudigde voorstelling voldoende.

Wij zien, dat wanneer de kathode ontkoppeld zou zijn, de wisselspanning Vi een anodewisselstroom Ia1 zou veroorzaken. Door de kromming van de Ia/Vg karakteristiek is deze Ia1 sterk vervormd. Doordat de kathodeweerstand Rk niet is ontkoppeld, wordt hierover een spanning V_k ontwikkeld, die gelijkvormig is met Ia1, maar tegengesteld gericht is aan Vi. De resulterende roosterwisselspanning V = Vi - Vk blijkt nu vervormd te zijn. Deze roosterwisselspanning veroorzaakt nu de anodewisselstroom Ia2, en het blijkt, dat deze, door de kromming van de Ia/Vg-karakteristiek, veel minder vervormd is dan de anodewisselstroom Ia1.

Doordat wij bij deze schakeling een spanning terugvoeren naar de aangelegde ingangsspanning, doch de teruggevoerde spanning in te-



L.F. tegenkoppeling geeft vermindering van de vervorming welke ontstaat door kromming van de Ia-Vg karakteristiek.

Vi = aan het rooster toegevoerde signaal

Ia1 = de door Vi veroorzaakte, vervormde, anode-wisselstroom

Vk = de door Ia1 veroorzaakte tegenkoppelspanning

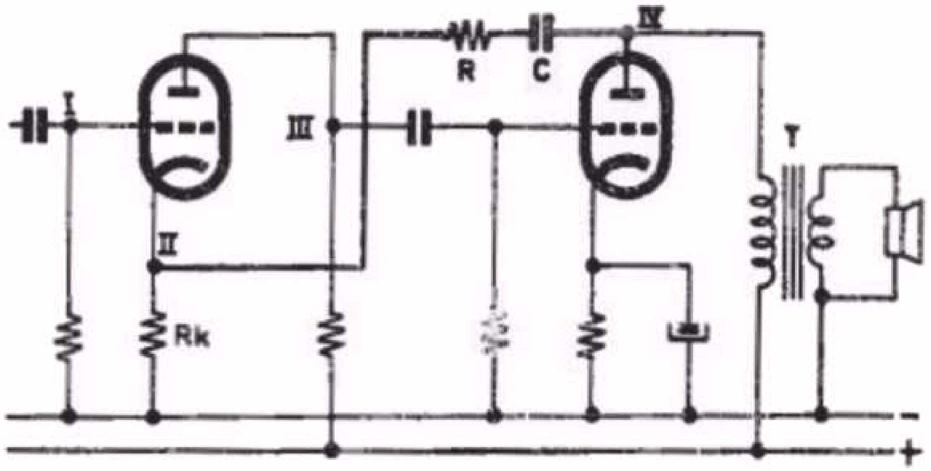
V = het resulterende signaal tussen rooster en kathode

Ia2 = de door V veroorzaakte anodewisselstroom.

Fig. 8

genfaze is met de oorspronkelijke, spreken wij hier van tegenkoppeling. Dit in tegenstelling met een oscillatorschakeling, waar de teruggevoerde spanning in faze moet zijn met de oorspronkelijke roosterspanning. In fig. 7 en 8 wordt de tegenkoppelspanning Vk bepaald door de anodewisselstroom van de buis. Wij spreken in dit geval van stroomtegenkoppeling. Wij kunnen ook de tegenkoppelspanning betrekken van de anodewisselspanning. Wordt dit gedaan, dan spreken wij van spanningtegenkoppeling.

In fig. 9 en fig. 10 zijn 2 manieren aangegeven van spanningtegenkoppeling. In beide gevallen worden twee buizen in de tegenkoppeling betrokken, waardoor de vervorming, door beide buizen veroorzaakt, wordt verminderd. Het is in fig. 9 gemakkelijk te zien,



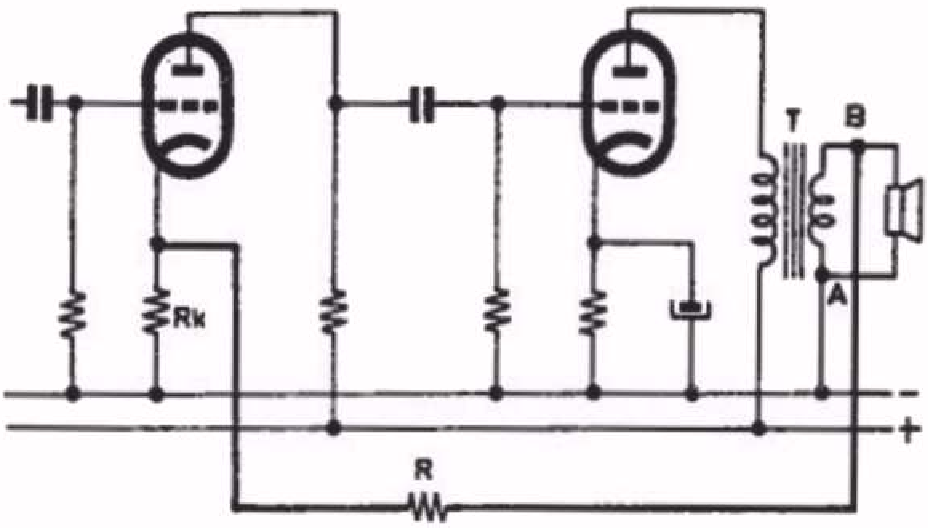
L.F. spanningtegenkoppeling over 2 buizen.
Fig. 9

dat het punt IV in faze is met het punt II en daardoor de tegenkoppelspanning vergroot. Bij een versterkbuis is immers steeds de anodewisselspanning in tegenfaze met de roosterwisselspanning. Is de kathode niet ontkoppeld, dan is de kathodewisselspanning in faze met de aangelegde roosterwisselspanning. De sterkte van de tegenkoppeling wordt hier bepaald door de verhouding van R en Rk: een grotere waarde van R geeft minder tegenkoppeling en omgekeerd. De condensator C dient alleen om de anodegelijkspanning van de tweede buis te blokkeren.

In fig. 10 wordt ook weer de grootte van de tegenkoppeling bepaald door de verhouding van R en Rk, terwijl de aansluiting aan de secondaire wikkeling van de transformator T zodanig moet zijn, dat het teruggevoerde signaal in tegenfaze is met het oorspronkelijk aanwezige signaal.

Toonregeling met behulp van L.F. tegenkoppeling

In fig. 9 wordt de waarde van C zo groot genomen, dat, ook voor de lage frequenties X_C klein is ten opzichte van R + Rk. De sterkte



Een andere schakeling om L.F. spanningtegenkoppeling over 2 buizen te verkrijgen.

Fig. 10

van de tegenkoppeling wordt dan alleen door R en Rk bepaald; dus onafhankelijk van de frequentie. Wordt echter C een kleine waarde gegeven, dan zal de teruggevoerde spanning over Rk voor de lage frequenties kleiner zijn dan voor de hoge. Hierdoor zal dus de versterking voor de lage frequenties toenemen, en de bassen opgehaald worden. Het omgekeerde, dus extra versterking van de hoge tonen, kunnen wij verkrijgen door parallel aan Rk een betrekkelijk kleine condensator te schakelen. Hierdoor wordt voor de hoge frequenties de tegenkoppeling verminderd, dus de versterking opgevoerd.

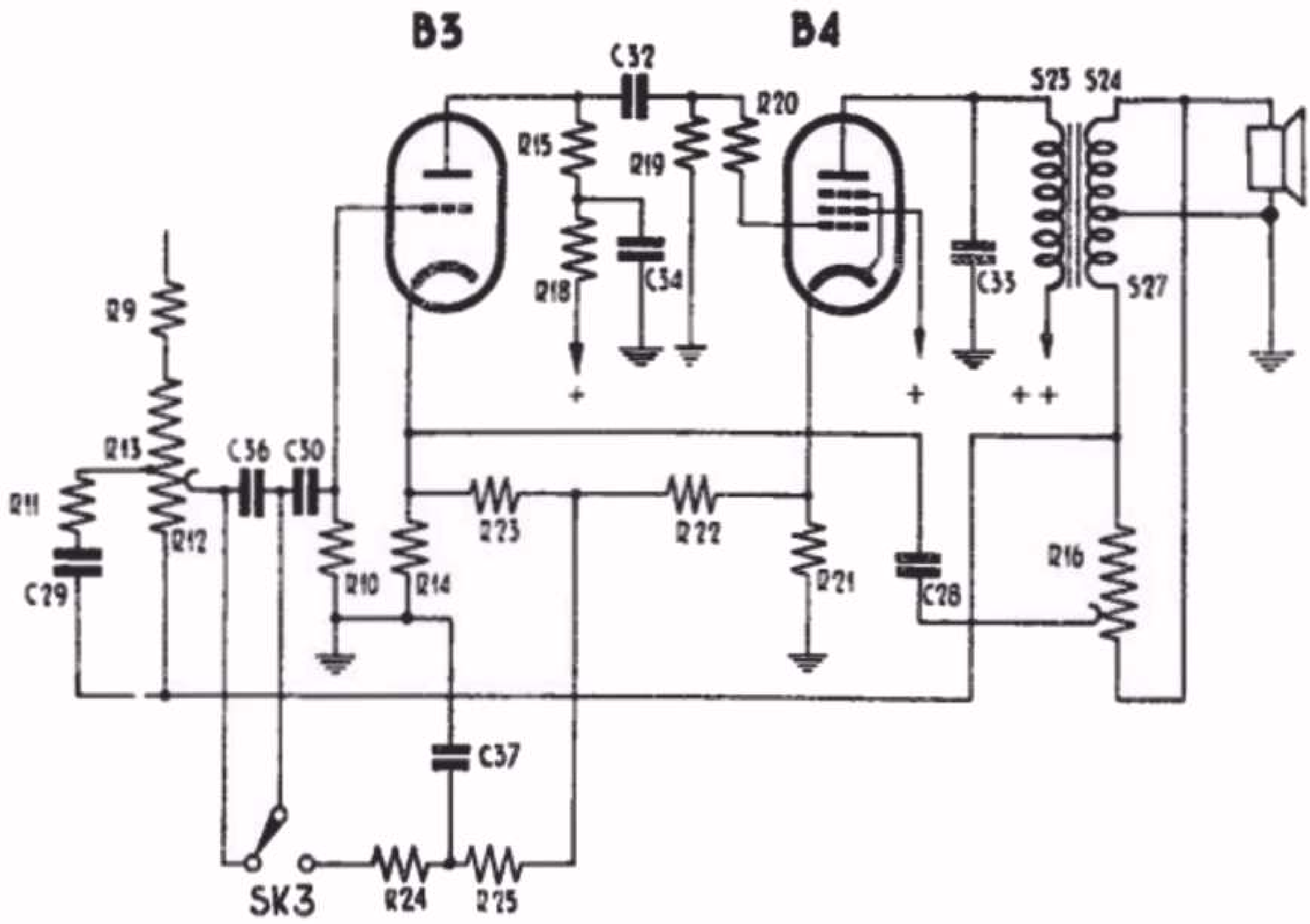
103. Compleet L.F. deel van een ontvanger

In fig. 11 is het complete L.F. deel van een ontvanger weergegeven. Dit schema sluit aan bij fig. 1, zodat dus fig. 1 plus fig. 11 het complete schema vormen van een eenvoudige radio-ontvanger.

In dit L.F. deel wordt op vier manieren tegenkoppeling toegepast en wel twee voor vervormings-reductie en twee voor toonregeling. Wij zullen deze vier manieren achtereenvolgens bespreken.

Vervormingsreductie

a. De spanning van S27 wordt via R12-R13-C30 aan het sturrooster van B3 toegevoerd. Dit geeft een practisch frequentie-onafhankelijke spanningstegenkoppeling. Door C29 wordt, bij laag ingesteld volume, de tegenkoppeling voor de hoge tonen iets sterker, waardoor de in paragraaf 101 van deze les genoemde extra ver-



Het L.F. deel van een radio-ontvanger. Hier is op 4 manieren L.F. tegenkoppeling toegepast,2 hiervan worden gebruikt voor toonregeling

C28	=	12000	pF	R9	=	47000		R18	=	0.1	MΩ
C29	=	68000	pF	R10	=	1	MΩ	R19	=	0.68	MΩ
C30	=	8200	pF	R11	=	12000		R20	=	1000	
C32	=	10000	pF	R12	=	0.05	MΩ	R21	=	150	
C33	=	4700	pF	R13	=	0.45	MΩ	R22	=	12000	
C34	=	0.1	μF	R14	=	1800		R23	=	18000	
C36	=	1000	pF	R15	=	0.12	MΩ	R24	=	5.6	MΩ
C37	=	47000	pF	R16	=	50000		R25	=	4700	

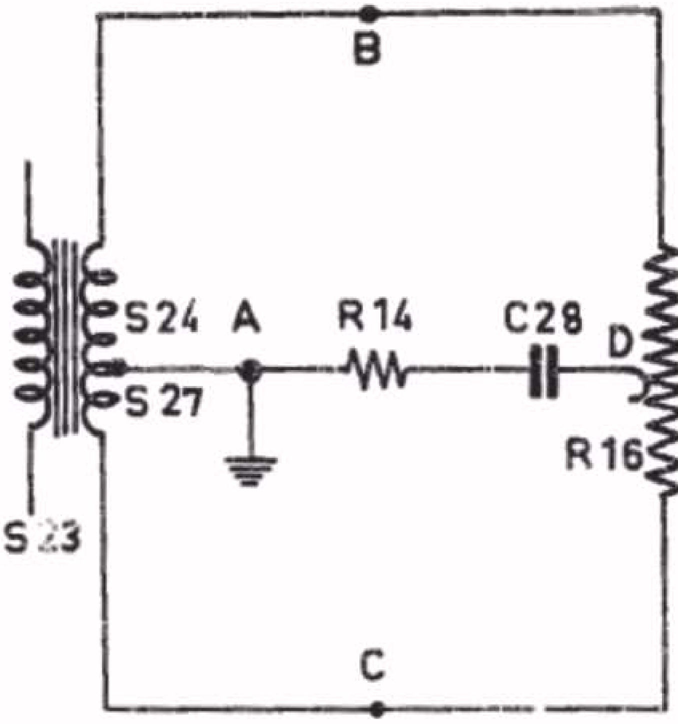
Fig. 11

zwakking van de hoge tonen wordt ondersteund.

b. De kathode-weerstanden R14 en R21 van B3 en B4 zijn niet ontkoppeld, waardoor stroom-tegenkoppeling ontstaat. Deze stroom-tegenkoppeling wordt echter gedeeltelijk te niet gedaan door R22 en R23. De wisselspanningen aan de beide kathoden zijn in tegenfaze, terwijl de amplitude over R21 groter is dan over R14. Door nu de kathode van B4 via R22-R23 met de kathode van B3 te verbinden wordt de stroom-tegenkoppeling in B3 grotendeels gecompenseerd.

Toonregeling

R16 is de toonregelaar, welke continu instelbaar is. Nemen wij even aan dat het schuifcontact van R16 geheel onderaan staat. In dit geval wordt de spanning van S24 via C28 naar de kathode van B3 teruggevoerd en hebben wij tegenkoppeling. De waarde van C28 is nu zodanig gekozen, dat deze tegenkoppeling voor de lage frequenties practisch niet aanwezig is; wij krijgen dus in deze stand van R16 extra versterking van de lage tonen. Wordt nu het schuifcontact van R16 naar boven geschoven, dan vermindert de invloed van de spanning van S24 en bereiken wij op een bepaald moment dat er langs deze weg geen tegenkoppeling meer aanwezig is. In fig. 12 is de schakeling van R16-C28-R14, S27-S24 op een iets andere wijze getekend en wij zien dat deze figuur veel overeenkomt met fig. 15 van les 20. Wanneer de verhouding van de weerstanden B-D en C-D gelijk is aan de verhouding van de spanningen over S27 en S24, dan is er tussen de punten A en D spanningsevenwicht. In dit geval wordt er dus geen spanning naar R14 teruggevoerd.



Detail van de schakeling van fig.11

Fig. 12

Gaan we nu het potentiometercontact in fig. 11 nog verder naar boven verplaatsen dan wordt een deel van de spanning over S27 via C28 aan R14 teruggevoerd. Daar het punt C in tegenfaze is met punt B (fig. 12), krijgen we nu meekoppeling in plaats van tegenkoppeling. Hierdoor worden de hoge tonen extra versterkt. Hierdoor kunnen wij bij ontvangst van locale zenders de weergave-kwaliteit verbeteren, door de hoge tonen extra op te halen.

Basschakelaar

Wanneer wij het schuifcontact van R16 naar beneden hebben verplaatst, worden de lage tonen sterker weergegeven dan de hoge. Dit kan, speciaal bij het beluisteren van een spreker met een diepe stem, een hinderlijk lage weergave veroorzaken. Door SK3 om te schakelen, worden de lage tonen extra verzwakt en het gesprokene komt beter verstaanbaar uit de luidspreker. Dit verzwakken van de lage tonen geschiedt op twee manieren:

1. C36 wordt in serie met C30 geschakeld, waardoor de koppelcapaciteit tussen de volumeregelaar en het stuurrooster van B3 een betrekkelijk kleine waarde krijgt en de lage tonen minder sterk worden weergegeven.

2. Een deel van de wisselspanning over R21 (n.l. die over R23-R14) wordt naar het stuurrooster van B3 teruggevoerd en geeft tegenkoppeling. Door R24 en C37 worden de hoge modulatiefrequenties sterk verzwakt, zodat alleen de lage frequenties het stuurrooster langs deze weg bereiken, en wordt zodoende de weergave van de lage tonen verzwakt.

SAMENVATTING

1. Om een gelijkmatiger oscilleren over het gehele frequentiebereik te verkrijgen wordt:
   a. Op de K.G. bereiken een extra roosterspoel aangebracht.
   b. Op het L.G.- en M.G. bereik de roosterspoel aan de serie-padding-condensator aangesloten.

2. Om storingen door zenders, werkende op of nabij de middenfrequentie te voorkomen, wordt in serie met de antennekring een sperkring opgenomen. Dit is een parallelkring, afgestemd op de middenfrequentie.

3. Wordt een seriekring toegepast,dan wordt deze tussen antenne en aarde geschakeld.

4. De L.F.volumeregelaar is veelal van een aftakking voorzien. Parallel aan het onderste deel van de potentiometer wordt dan een serieschakeling van R en C geschakeld.
   Hierdoor,bij instelling op een laag volume een meer natuurlijke weergave.

5. Laagfrequent-tegenkoppeling wordt toegepast om vervorming, ontstaan door de niet rechte Ia-Vg karakteristiek, te verminderen.

6. Met behulp van L.F. tegenkoppeling kan, op verschillende manieren, toonregeling worden verkregen.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Gevraagd de verhouding van max.- en minimum capaciteit voor de afstemkringen van het H.F.- en osciliatordeel van de in deze les besproken ontvanger.
   Dit te bepalen voor de frequentiebereiken II en III

2. Gegeven:
   C23 in fig. 1 heeft sluiting. Hierdoor wordt bij ontvangst van sterke zenders vervorming in de weergave ondervonden. Zwakke zenders daarentegen worden onvervormd ontvangen.
   Hoe is dit te verklaren?

3. Gegeven:
   De schakeling van fig. 10
   Gevraagd:
   1. Hoe kunnen we hierin de weergave van de hoge tonen versterken?
   2. Hoe kunnen we de hoge tonen verzwakken?

4. Gegeven:
   Een L.F. versterker is geschakeld als aangegeven in fig. 10. De transformator T raakt defect en wordt door een nieuwe vervangen. De reparateur maakt hierbij een fout zodat de punten A en B omgekeerd worden aangesloten.
   Welk verschijnsel kan door deze fout worden veroorzaakt?

104. Een tweede functie van de A.V.R.

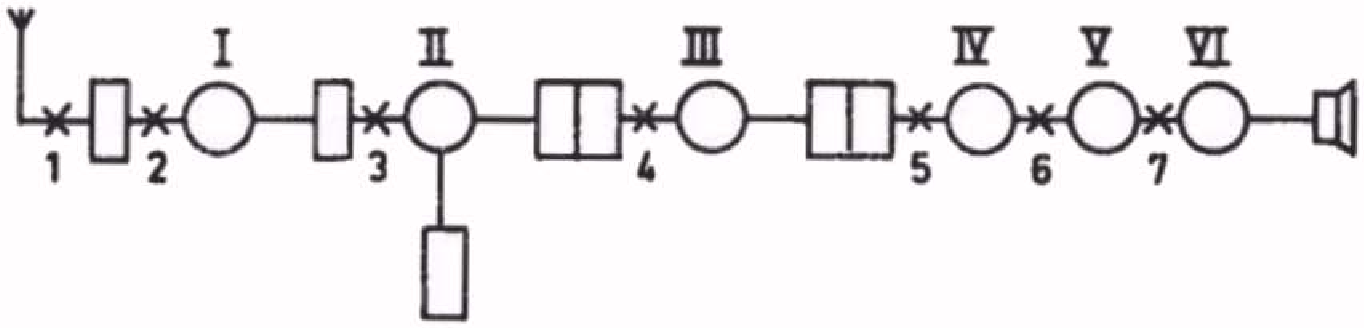
In les 19 paragraaf 85 en 86 hebben we geleerd dat de automatische volumeregeling (A.V.R.) is ingevoerd om de invloed van fading te compenseren. De functie van de A.V.R. is hierbij het verkrijgen van een meer constante geluidssterkte bij variaties in het op de antenne ontvangen signaal.

Deze functie van de A.V.R. schijnt, op het eerste gezicht, niet nodig te zijn voor de ontvangst van b.v. sterke locale zenders. Hierbij treedt n.l. geen fading op en behoeven we dus niet de nadelige invloed daarvan te compenseren.

Bij de vragen en vraagstukken van les 23 hebben we echter gezien dat de A.V.R., ook bij de ontvangst van sterke signalen, wel degelijk een functie heeft. In dit geval zorgt de A.V.R. er voor dat de buizen die hierdoor worden geregeld (speciaal de M.F. buis) geen te sterk signaal aan het rooster krijgen toegevoerd. Wordt dit signaal te groot, dan zal er vervorming in de weergave ontstaan.

Wij willen nu eens nagaan hoe groot die signaalspanningen bij een gemiddelde radio-ontvanger, uitgerust met een H.F. versterker, kunnen worden.

In fig. 1 is deze ontvanger in blokschema weergegeven; het blijkt hieruit dat we achtereenvolgens de volgende trappen hebben, die ieder voor zich een versterkende werking hebben:



Blokschema van een superheterodyne ontvanger met H.F. versterking.

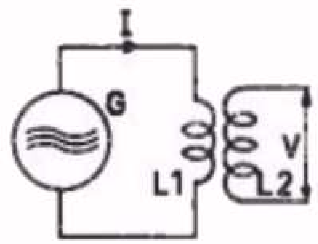
Fig. 1

de H.F. trap I; de mengtrap II; de M.F. trap III; de L.F. trap V en de eindtrap VI.

Wanneer we over voldoende gegevens beschikken, zouden we kunnen uitrekenen hoe groot de spanningsversterking van iedere trap afzonderlijk is. We zullen dat hier niet doen (dit zou voor deze cursus te ver voeren), maar waarden aannemen zoals deze in vele ontvangers kunnen voorkomen.

Voor we hier verder mee gaan, moeten we eerst nog een begrip,dat gebruikt wordt bij afstemkringen, nader onder de loupe nemen. Dit

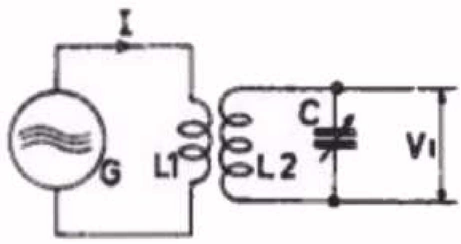
is de z.g. opslingering van een wisselspanning in de kring. We bekijken daartoe fig. 2. Hierin is G een H.F. generator die een stroom I door de spoel L1 stuurt. Hierdoor zal in L2 een spanning V worden geinduceerd. De grootte hiervan zal o.a. afhankelijk zijn van de afstand tussen L1 en L2 en van de windingsverhouding van L1 en L2, doch is over een groot frequentiegebied, onafhankelijk van de frequentie van de generator G.



Door de H.F.generator G wordt via L1, een spanning V in L2 geinduceerd.

Fig. 2

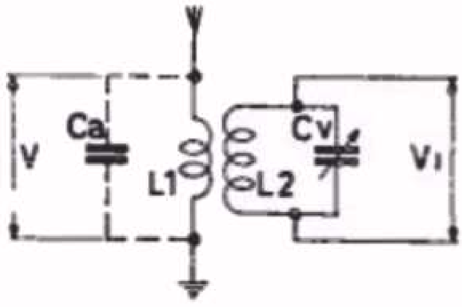
Nu schakelen we parallel aan de spoel L2 een variabele condensator en stemmen de hierdoor gevormde afstemkring L2-C af op de toegevoerde frequentie. (fig. 3)(De afstand tussen L1 en L2 en de windingsverhouding van beiden zijn niet veranderd) Uit les 10 paragraaf 54 weten wij dat de spanning V1 dan maximaal zal zijn. Het blijkt nu dat V1 groter is dan de spanning V in fig. 2. De verhouding V1/V noemen we nu de opslingering van de aangelegde spanning in de kring L2-C. Deze opslingering is evenredig met de kwaliteitsfactor Q van de kring (zie les 10 paragraaf 54). De opslingering die we nu gevonden hebben is die van de enkele afstemkring L2-C. In de practijk hebben we meestal met gekoppelde kringen te maken. Wanneer we dan over de opslingering spreken, bedoelen we die van de gekoppelde kringen in zijn geheel. Een voorbeeld hiervan zien we in fig. 4.



Bij afstemming van L2-C op de frequentie van G ontstaat de spanning V1. V1 is groter dan V van fig. 2.

Fig. 3

Deze stelt de antennekring (antennekoppelspoel L1 en de antenne capaciteit Ca) plus de daarmee gekoppelde afstemkring L2-Cv voor. In de antenne wordt, door een bepaalde zender, een spanning V veroorzaakt. Bij afstemming van de kring L2-Cv op deze zender ontstaat over Cv een spanning V1. De verhouding V1/V wordt dan de totale opslingering genoemd. (In deze opslingering zijn dus tevens de koppeling tussen L1 en L2 en de wikkelverhouding van L1 en L2 opgenomen).



Door de antennespanning V ontstaat de spanning V1 over de afgestemde kring L2-Cv.

Fig. 4

We gaan nu weer terug naar het blokschema in fig. 1 We nemen nu aan dat de totale opslingering van de H.F. antenne-afstemkring 5x is; de spanningsversterking van de H.F. trap 10 x; de conversiever-

sterking van de mengtrap 80 x is en de spanningsversterking van de M.F. trap 125 x is. De detectortrap IV geeft ons geen spanningsversterking. Hier wordt het gemoduleerde M.F. signaal omgezet in een L.F. signaal en we weten uit les 11 paragraaf 56 dat de sterkte van dit L.F. signaal afhankelijk is van de modulatiediepte. Wanneer de detectie ideaal zou zijn en de modulatiediepte 30%, dan zou het L.F. signaal in punt 6 gelijk aan 0,3 maal het M.F. signaal in punt 5 zijn. In werkelijkheid zal dit nog lager zijn, zodat we in ons geval, voor een modulatiediepte van 30%, een verhouding van 0,2 zullen aannemen. Verder nemen we aan dat de L.F.trap 10 x versterkt.

Van de antenne tot aan het rooster van de eindbuis krijgen we dan een totale versterking van: 5 x 10 x 80 x 125 x 0,2 x 10 = 1.000.000 maal. Dit lijkt zeer veel, maar is in bepaalde gevallen nog niet voldoende om de eindbuis vol uit te sturen. Nemen wij eens aan dat een ver verwijderde zender een spanning van 2 µV in de antenne induceert. Met de volumeregelaar vol open gedraaid, krijgen we dan een L.F. spanning van 2 Volt aan het stuurrooster van de eindbuis,die daarmee nog niet vol uitgestuurd wordt. (Voor de eindbuis EL41 is bv. een spanning van ca. 4 V nodig voor volledige uitsturing). Krachtige (locale) zenders kunnen echter wel een spanning van 1 V in de antenne veroorzaken. In dat geval zal er,wanneer geen A.V.R. aanwezig is, een spanning van 50 Volt aan het rooster van de mengbuis ontstaan en hier reeds vervorming van de modulatie veroorzaken.

In onderstaande tabel is uitgezet hoe groot de spanning op verschillende punten in de ontvanger (aangegeven in het blokschema van fig. 1) wordt, bij enkele waarden van de antennespanning. Waarden hoger dan 50 Volt zijn niet meer aangegeven.

1. antennespanning	2 µV	100 µV	10 mV	1 V
2. rooster H.F. buis	10 µV	500 µV	50 mV	5 V
3. rooster mengbuis	100 µV	5 mV	0,5 V	50 V
4. rooster M.F. buis	8 mV	0,4 V	40 V	-
5. detector	1 V	50 V	-	-
6. rooster L.F. buis	0,2 V	10 V	-	-
7. rooster eindbuis	2 V	-	-	-

We zien hier duidelijk uit dat voor een onvervormde ontvangst van sterke zenders de totale versterking van de ontvanger moet worden gereduceerd. We kunnen dit niet met de volumeregelaar die tussen de detector en de L.F. versterker is geschakeld doen, daar de vervorming reeds vóór de volumeregelaar(in de M.F. buis en de mengbuis) ontstaat. De A.V.R. komt ons hier te hulp,daar deze er voor zorgt, dat bij ontvangst van sterke zenders, de versterking van de H.F.-, meng- en M.F. buis wordt verlaagd.

De A.V.R.,oorspronkelijk ontstaan om de gevolgen van fading te compenseren, heeft dus nog een tweede taak en wel het voorkomen van vervorming bij ontvangst van sterke signalen.

105. Bandspreiding

In vele ontvangers wordt in het K.G. gebied bandspreiding toegepast. We willen nu eens nagaan wat bandspreiding is en hoe dit

wordt bereikt.

Wanneer we met een ontvanger, zoals in les 23 beschreven, naar stations op het K.G. bereik gaan luisteren, zal ons direct één ding opvallen: De verschillende stations liggen schijnbaar dichter bij elkaar dan op het M.G. bereik. Dit dichter bij elkaar liggen wil niet zeggen een kleinere frequentieafstand; we vinden de zenders echter op de afstemschaal veel dichter bij elkaar. Om dit verschijnsel te verklaren willen we nu het M.G.- en K.G. bereik van deze ontvanger bekijken. Op M.G. is het frequentiebereik 1622 - 517 = 1005 kHz; op K.G. daarentegen 18200 - 5920 = 12280 kHz. Wij nemen nu aan dat op beide frequentiebereiken de verschillende zenders een frequentieverschil van 10 kHz hebben. In het middengolfgebied is er plaats voor 100 zenders en inhet kortegolfgebied voor 1228 zenders. Als de afstemschaal van het toestel een lengte van 200 mm heeft, wil dit zeggen dat:

1. we op M.G. na een gemiddelde verplaatsing van 2 mm van de stationswijzer een andere zender kunnen ontvangen;
2. op K.G. deze gemiddelde verplaatsing ca 0,2 mm zal zijn.

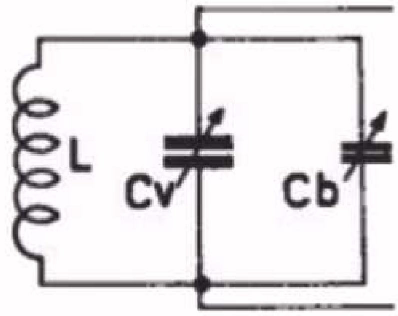
Ook is het vaak moeilijk een bepaalde K.G. zender, die we weer willen ontvangen, terug te vinden.

In het K.G. gebied (10 - 50 m) worden voor omroep in feite een aantal golfbanden gebruikt(rond 11m, 13 m, 15 m, 19 m, 25 m, 31 m, 40 m en 50 m). Het gaat er nu om deze golfbanden over een groter gedeelte van de afstemschaal te spreiden.

Deze zogenaamde bandspreiding kunnen we op verschillende manieren bereiken; enige daarvan willen we eens nader gaan bekijken.

Dit zijn:
a. Bandspreiding door bijschakeling van een aparte afstemcondensator.
b. Bandspreiding door variatie van de zelfinductie van de afstemkring.
c. Bandspreiding door serie- en parallelschakeling van condensatoren.
d. Bandspreiding met behulp van een speciaal geconstrueerde afstemcondensator.

ad a. Hiervan is de schakeling van de afstemkringen in principe zoals aangegeven in fig. 5. Parallel aan de normale afstemcondensator Cv is een kleine variabele condensator Cb geschakeld, die met een aparte afstemknop kan worden bediend.
De stand van Cb kan op een aparte schaal worden afgelezen. We nemen eens aan dat de capaciteitsvariatie van Cb 30 pF is. Met Cb op minimum capaciteit wordt Cv nu zodanig ingesteld,



Bandspreiding met behulp van een kleine variabele condensator. Cv is de normale afstemcondensator; Cb is de condensatorvoor de bandspreiding.

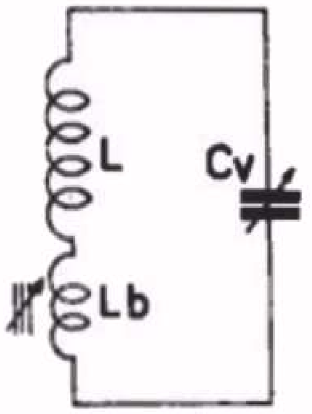
Fig. 5

dat de totale afstemcapaciteit (Cv + Cb + bedradingscapaciteit) 300 pF bedraagt. Met Cb op maximum capaciteit wordt de totale kringcapaciteit dan 330 pF. De resonantiefrequentie die hierbij wordt verkregen, stellen we op 10 MHz. Met Cb kunnen we nu de afstemcapaciteit variëren van 300 pF tot 330 pF. Dit geeft dus een capaciteitsverhouding (tussen maximum- en minimum capaciteit) van $\frac{330}{300} = 1,1$. Uit les 10 par.54 blijkt dat we nu een frequentieverhouding van $\sqrt{1,1} = 1,05$ krijgen. Dit wil dus zeggen dat we, voor bovengenoemd voorbeeld, met Cb een frequentiebereik van 10 x 1,05 - 10 = 10,5 - 10 MHz = 0,5 MHz bestrijken. Dit is aanzienlijk kleiner dan het bereik van 12,28 MHz dat we aan het begin van deze paragraaf vonden. We kunnen hiermede dus een effectieve bandspreiding verkrijgen; in de practijk wordt dit systeem toch weinig toegepast, en wel voornamelijk om de volgende reden:

We willen in het gevonden frequentiebereik van 10,5 - 10 MHz, de zenders met voldoende nauwkeurigheid terug kunnen vinden. Hiertoe is het nodig dat Cv zeer nauwkeurig weer op dezelfde capaciteitswaarde kan worden ingesteld. Dit is niet voldoende nauwkeurig op de afstemschaal af te lezen. We moeten daarom Cv voor ieder deel van het frequentiebereik dat we gespreid willen ontvangen, van een zeer nauwkeurige (en instelbare) mechanische palinrichting voorzien. Dit wordt een kostbare constructie en daarom vrijwel niet toegepast.

ad b. Bij dit systeem wordt de zelfinductie van de afstemkring een klein beetje gevarieerd. Fig.6 geeft de schakeling. Deze variatie wordt verkregen door verschuiving van de kern in de spoel Lb, die een deel is van de totale zelfinductie (L + Lb). Een voorbeeld van een practische uitvoering van een dergelijke regelbare zelfinductie werd gegeven in les 10, fig. 16.

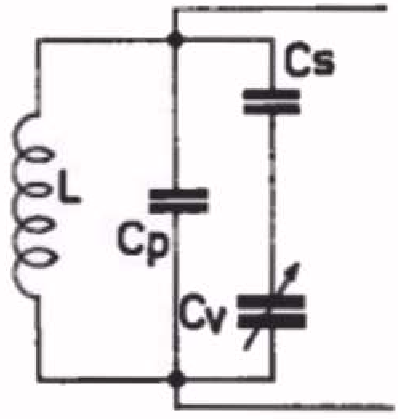
Op deze manier is eveneens een zeer goede bandspreiding te verkrijgen, doch ook hier stuiten we op het, onder a. genoemde, bezwaar dat de stand van Cv zeer goed gefixeerd moet zijn.



Bandspreiding door variatie van de zelfinductie Lb.

Fig. 6

ad c. Bij serie- en parallelschakeling heeft de normale capaciteitsvariatie van de variabele condensator een sterk verkleinde invloed op het frequentiebereik. De hiervoor gebruikte schakeling is in fig. 7 afgebeeld. We zien hierbij een overeenkomst met de schakeling van de oscillatorkring in de mengtrap. Ook hier moesten we bij gebruikmaking van een normale afstemcondensator het frequentiebereik verklei-



Bandspreiding verkregen door serie- en parallelschakeling van condensatoren.

Fig. 7

nen (zie les 21 fig. 8). Bij bandspreiding is echter de waarde van Cs kleiner en van Cp groter genomen.
Een practisch voorbeeld:

Cv	10 - 490 pF
Cs	150 pF
Cp	80 pF

De serieschakeling van Cv en Cs kunnen we ons vervangen denken door een condensator met variabele capaciteit. De minimum capaciteit daarvan is:

$$\frac{10 \times 150}{10 + 150} = \frac{1500}{160} = 9,3 \text{ pF}$$

De maximum capaciteit is:

$$\frac{490 \times 150}{490 + 150} = \frac{73500}{640} = 114,8 \text{ pF}$$

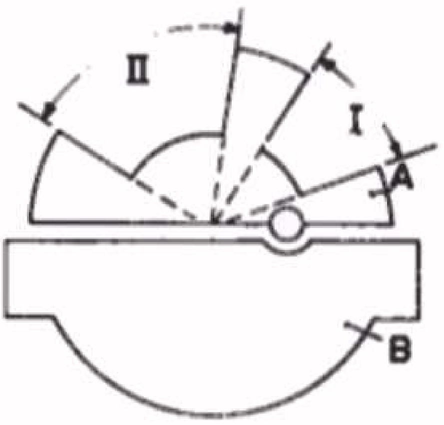
(zie les 8 par. 42)

Rekening houdende met Cp, wordt de totale afstemcapaciteit:

minimum 80 + 9,3 = 89,3 pF
maximum 80 + 114,8 = 194,8 pF

De verhouding van maximum- en minimumcapaciteit wordt nu $\frac{194,8}{89,3} = 2,18$.
Dit geeft (zie les 10 par. 54) een frequentieverhouding van $\sqrt{2,18}$ = 1,475.
Stellen we de minimum frequentie op 17 MHz, dan wordt de maximum frequentie 1,475 x 17 MHz = 25,075 MHz.
We krijgen met deze schakeling dan een frequentiebereik van 8,075 MHz, hetgeen een ruim tweemaal zo grote bandspreiding betekent.

ad d. Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een afstemcondensator met voor elke kring een dubbel stel pakketten. Eenstel daarvan heeft de normale platenvorm; het tweede stel heeft platen met een speciale vorm. Voor de ontvangst van lange- en middengolfzenders wordt het normale platenstel gebruikt; bij ontvangst van kortegolfzenders wordt het tweede platenstel voor de afstemming gebruikt. Fig. 8 geeft aan hoe de vorm daarvan is. Door de uitsparingen in de rotorplaten wordt in de gebieden I en II een kleine capaciteitsvariatie bereikt en zal hier dus bandspreiding optreden. De uitsparingen worden nu zo gemaakt dat juist in de omroepbanden van het K.G. gebied bandspreiding optreedt.
In fig. 9 is de capaciteitsvariatie in afhankelijkheid van de draaihoek van de condensator grafisch uitgezet. Hieruit is duidelijk te zien dat in de gebieden I en II een kleine capaciteitsvariatie optreedt bij een relatief grote draaihoek van de condensator.

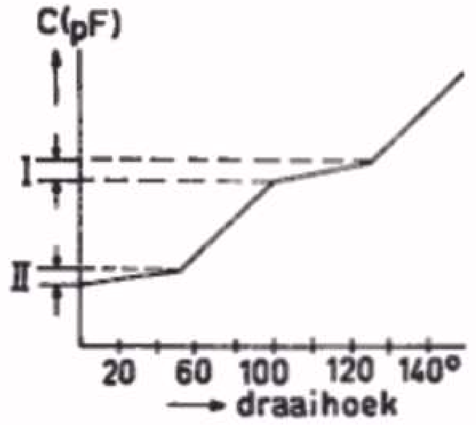


Speciale platenvorm van de afstemcondensator voor het verkrijgen van bandspreiding. A - draaibare platen; B - vaste platen. I en II - gebieden waar bandspreiding wordt verkregen.

Fig. 8

Capaciteitsvariatie van de speciale condensator (fig.8) in afhankelijkheid van de draaihoek van de condensator.

Fig. 9



106. Ontvanger met bandspreiding

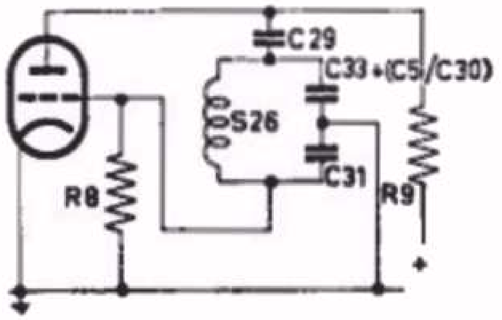
Bij de ontvanger die we nu willen bespreken, wordt de bandspreiding door serie- en parallelschakeling van condensatoren verkregen. In fig. 10 is het schema tot en met het eerste M.F. bandfilter getekend. In fig. 11 zijn nog eens separaat aangegeven welke onderdelen in bedrijf zijn voor de frequentiebereiken KG 2a tot en met KG 2d. De H.F. kringen (roosterkring B1 en roosterkring B2) zijn uitgevoerd, zoals in fig. 7 is aangegeven.
Bij de oscillatorschakeling vinden we nog twee afwijkingen ten opzichte van de, in de vorige lessen aangegeven, schakelingen. Deze afwijkingen zijn:

1. Voor de frequentiebereiken KG 2a t/m KG 2c is de oscillator geschakeld volgens het Colpittsschema.
2. Parallel aan de oscillatorkring vinden we de zelfinductie S29 respectievelijk S30 geschakeld.

We willen deze twee punten eens nader beschouwen.

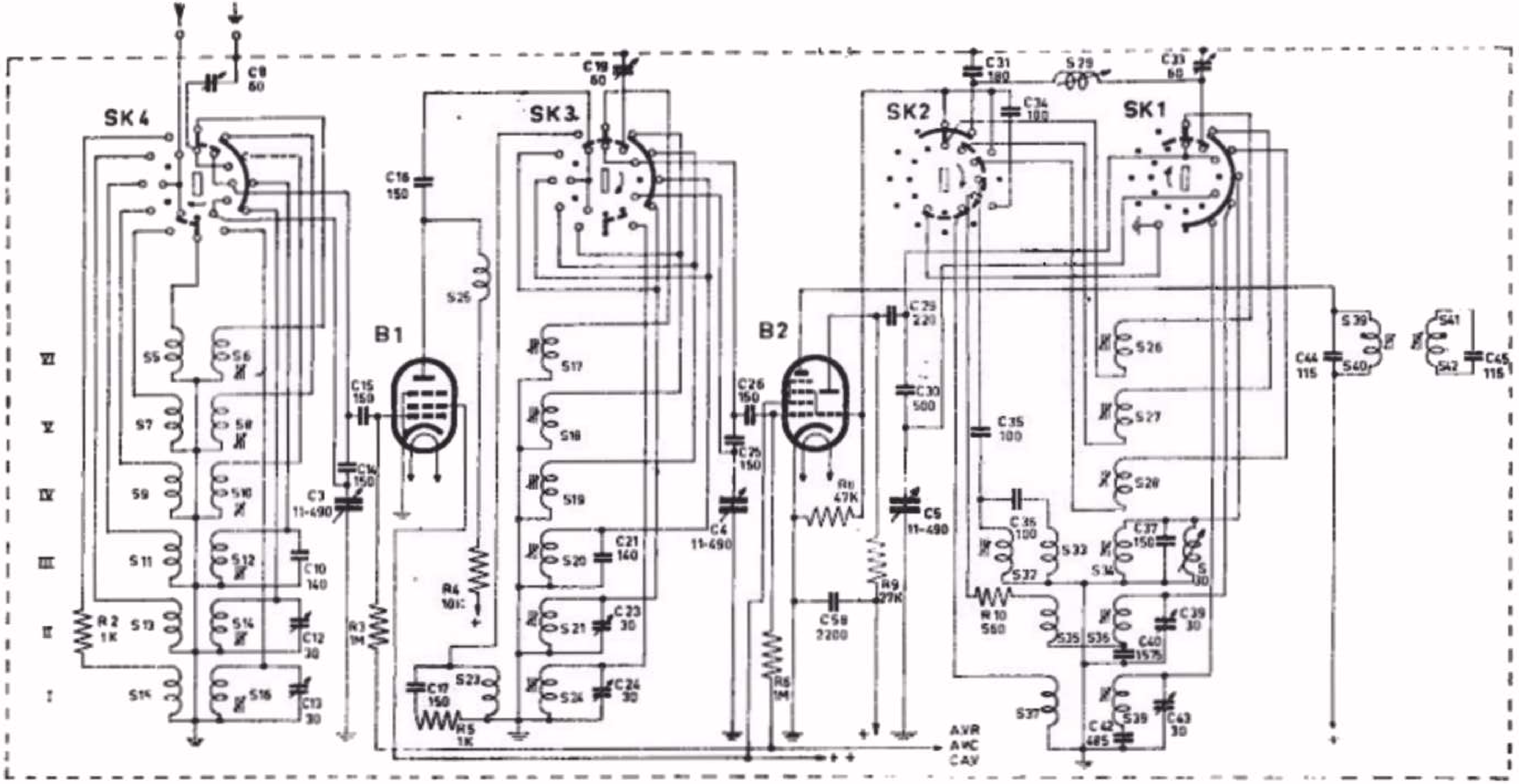
1. De Colpittsschakeling.

In fig. 12 is de oscillatorschakeling voor het frequentiebereik 27,3 - 17,6 MHz (K.G.2a) vereenvoudigd getekend. (de functie van S29, die hierin is weggelaten, wordt onder punt 2 behandeld).
De werking van deze oscillatorschakeling is nog niet in deze cursus behandeld. Door vergelijking van deze schakeling met die van fig. 12 in les 21 (Hartley-schakeling), wordt de werking echter onmiddellijk duidelijk. Bij de Hartleyschakeling is de terugkoppeling door een aftakking op de spoel verkregen, bij de Colpitts-schakeling geschiedt dit capacitief.



De oscillatorschakeling voor het bereik KG 2a vereenvoudigd getekend.

Fig. 12



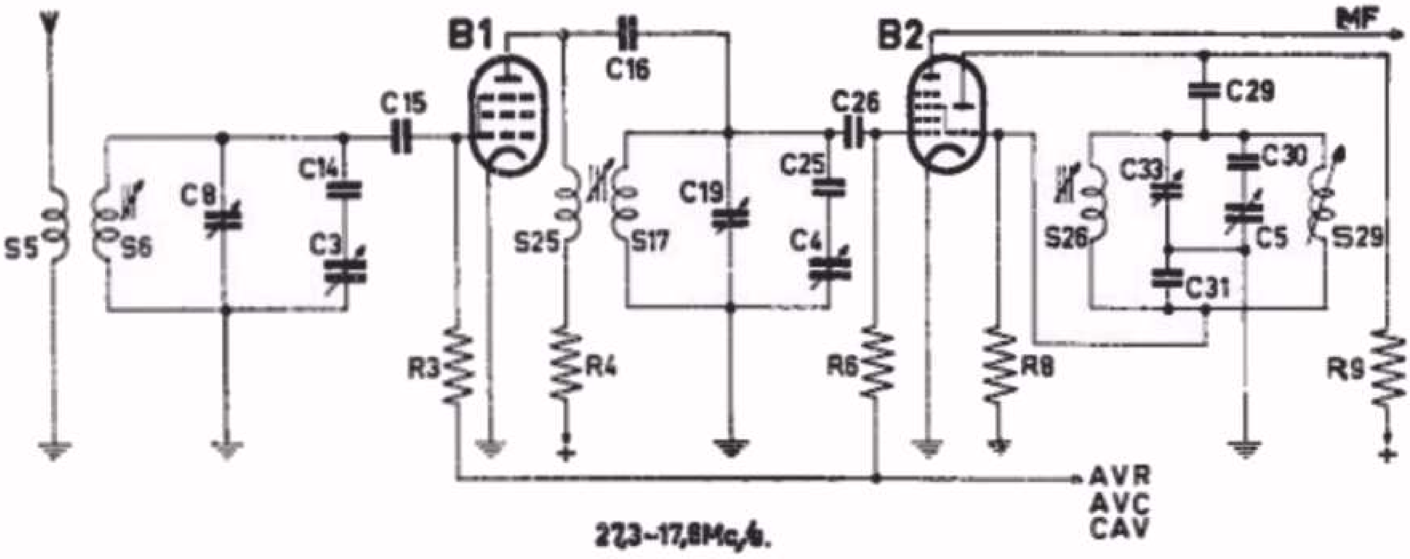
H.F.- en oscillatordeel van een ontvanger waarbij voor K.G. ontvangst bandspreiding is toegepast.

I	M.G.	185	-	580	m	(1622	-	517	kHz)
II	KG 3	60	-	187	m	(5	-	1.604	MHz)
III	KG 2d	32,25	-	60	m	(9,3	-	5,0	MHz)
IV	KG 2c	23,07	-	32,96	m	(13,0	-	9,1	MHz)
V	KG 2b	17,00	-	25,87	m	(17,6	-	11,6	MHz)
VI	KG 2a	10,98	-	17,00	m	(27,3	-	17,6	MHz)

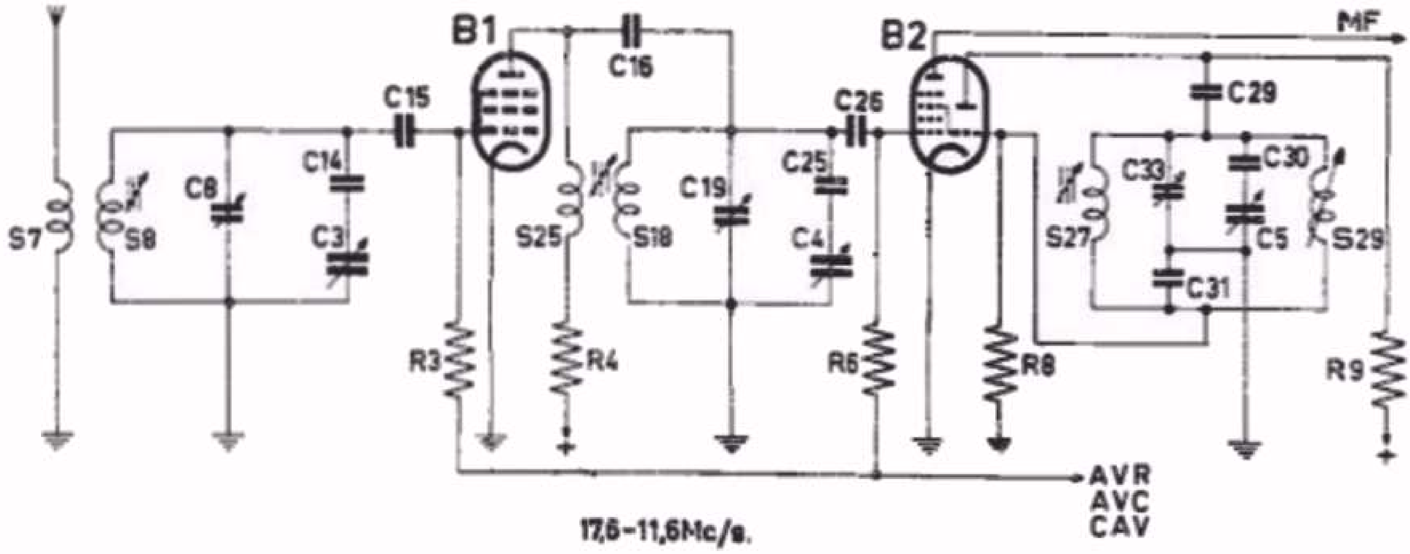
Middenfrequentie 452 kHz

De schakelaar SK1 t/m SK4 is in de stand KG 2a getekend.

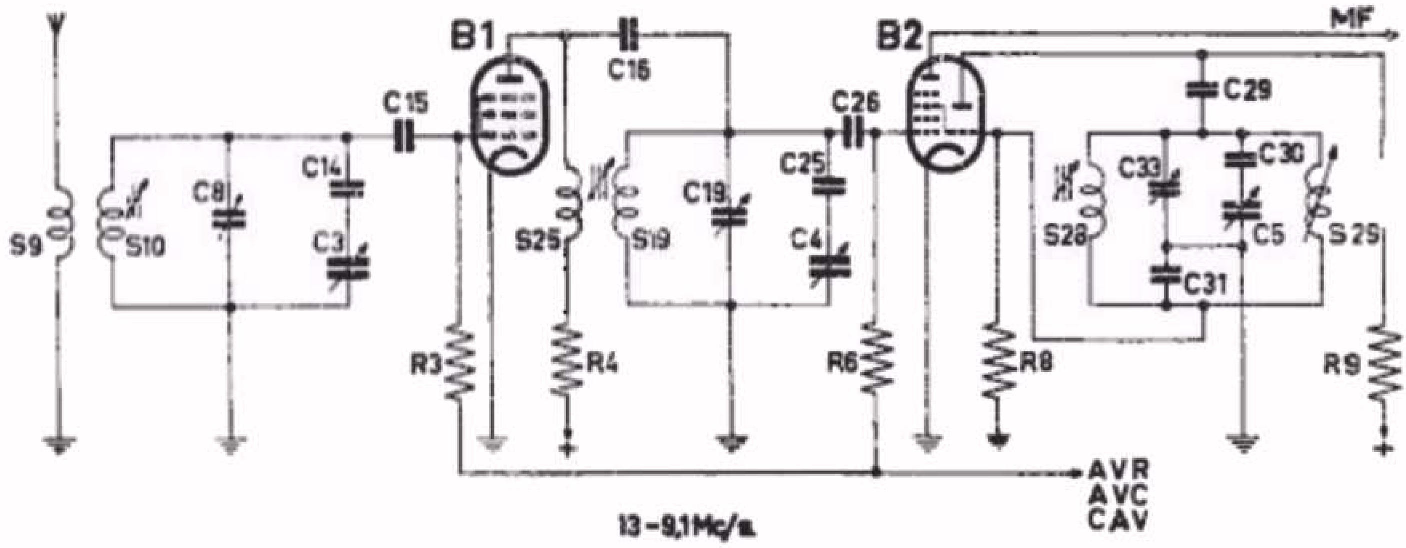
Fig. 10



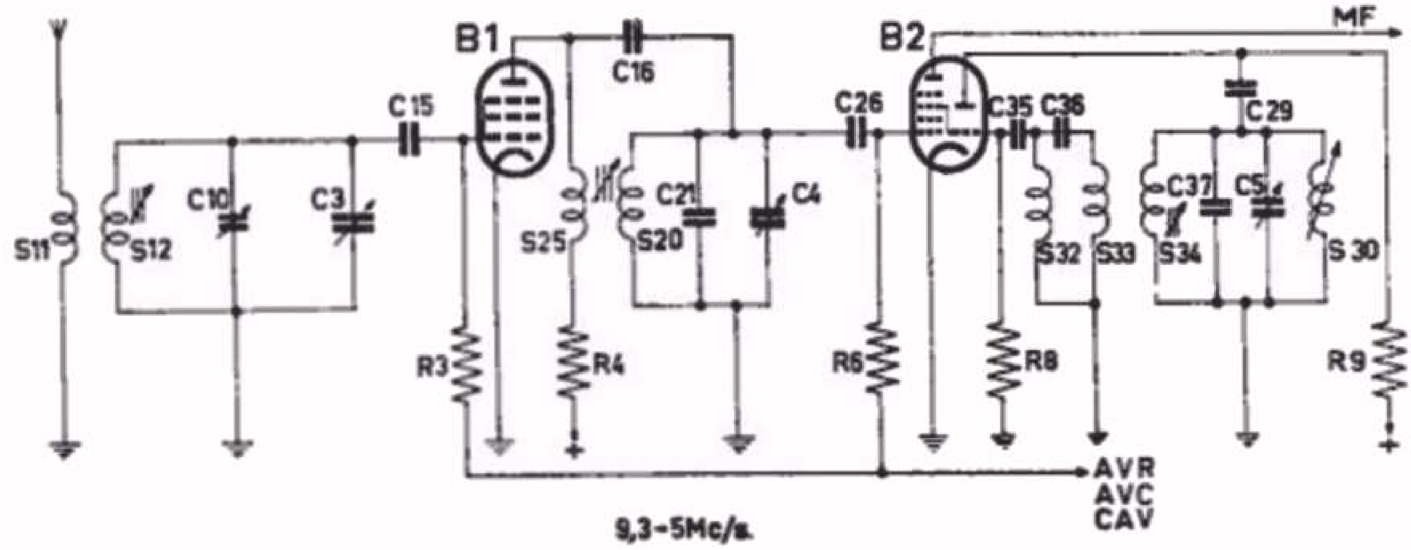
27,3-17,8Mc/s.



17,6-11,6Mc/s.



13-9,1Mc/s.



9,3-5Mc/s.

H.F.- en oscillatordeel van de ontvanger separaat getekend voor de golfbereiken KG 2a t/m KG 2d.

Fig. 11

De terugkoppeling wordt bepaald door de verhouding van C31 en de vervangingscapaciteit van C5, C30 en C33. Door variatie van C5 zal de terugkoppeling maar zeer weinig veranderen, daar de totale capaciteit van de afgestemde kring maar weinig varieert. Als bijzonderheid kan nog worden vermeld, dat C31 niet alleen deel van de afstemcapaciteit is, maar ook als roostercondensator voor het oscillatorrooster dienst doet.

2. Parallelschakeling van S29 resp. S30.

Door de serie- en parallelschakeling van condensatoren in de afstemkringen is reeds een behoorlijke bandspreiding verkregen, met als resultaat een gemakkelijker afstemmen op de K.G. bereiken. Toch is er soms nog behoefte aan een extra fijnregeling op de afstemming. In de ontvanger van fig. 10 wordt dat bereikt door parallelschakeling van een spoel, waarvan de zelfinductie kan worden gevarieerd door verschuiving van de kern. De totale zelfinductie van de afstemkring is nu gelijk aan de vervangingszelfinductie van de parallelschakeling van S29 resp. S30 en S26. Deze totale zelfinductie kan met een afzonderlijke bedieningsknop worden gevarieerd. Hierdoor wordt een extra fijninstelling van de oscillatorfrequentie verkregen.

SAMENVATTING

1. Automatische volumeregeling werd oorspronkelijk ingevoerd om de invloed van fading te compenseren.

2. Een tweede taak van de A.V.R. ishet voorkomen van vervorming in de weergave bij ontvangst van sterke zenders.

3. Bandspreiding wordt toegepast om, op de K.G. omroepbanden, een gemakkelijker afstemmen van de zenders te verkrijgen.

4. Bij de besproken ontvanger wordt dit bereikt door een serie- en parallelschakeling van condensatoren in de afstemkringen.

5. Een extra fijnafstemming wordtnog verkregen door een kleine variatie van de zelfinductie van de oscillatorkring.

6. Bij de Colpitts-oscillator wordt de terugkoppeling door middel van een capacitieve aftakking op de kring verkregen.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Gegeven: Een radioapparaat waarvan het H.F.- en M.F.deel geschakeld zijn volgens fig. 1 van les 23.
   De gebruiker brengt dit apparaat ter reparatie met de volgende klacht:
   Totaal geen ontvangst op frequentiebereik I. Op de bereiken II en III is de ontvangst normaal. De fout is niet door buizenwisseling te verhelpen.
   Gevraagd:
   Welke onderdelen kunnen deze fout veroorzaken?

2. Gegeven: dezelfde ontvanger als in vraag 1. De klacht is nu:
   Zwakke ontvangst op bereik II; de plaats van de zenders op de afstemschaal is goed. Ontvangst op de bereiken I en III is normaal.
   Gevraagd:
   Welke onderdelen kunnen nu de fout veroorzaken?

3. Gegeven een ontvanger zoals in fig. 10 van deze lesis aangegeven.
   Gevraagd:
   Teken de schakeling van het H.F.- en oscillatordeel voor het M.G.bereik (1622 - 517 kHz) en het bereik KG3 (5 - 1,604 MHz).

107. De voeding van het ontvangtoestel.

In les 12 hebben wij reeds vermeld dat, in verband met de verschillende soorten voedingsbronnen, verschillende buizenseries zijn ontwikkeld. Nu kan men de voeding onderscheiden in de gloeidraadvoeding en de anodevoeding (die tevens de schermroostervoeding is). Wij kunnen nu de voedingen in de volgende belangrijkste groepen verdelen:

	Gloeidraadvoeding	Anodevoeding
a. Wisselstroomvoeding	Wisselstroom	Gelijkgerichte wisselspanning
b. Gelijkstroom/wisselstroomvoeding	Wisselstroom/gelijkstroom	Gelijkgerichte wisselspanning/gelijkspanning
c. Accuvoeding	Accu	Door middel van een triller opgewekte wisselspanning die daarna wordt gelijkgericht
d. Batterijvoeding	Batterij	Batterij
e. Batterij- en wisselstroomvoeding	Batterij of gelijkgerichte wisselstroom	Batterij of gelijkgerichte wisselspanning

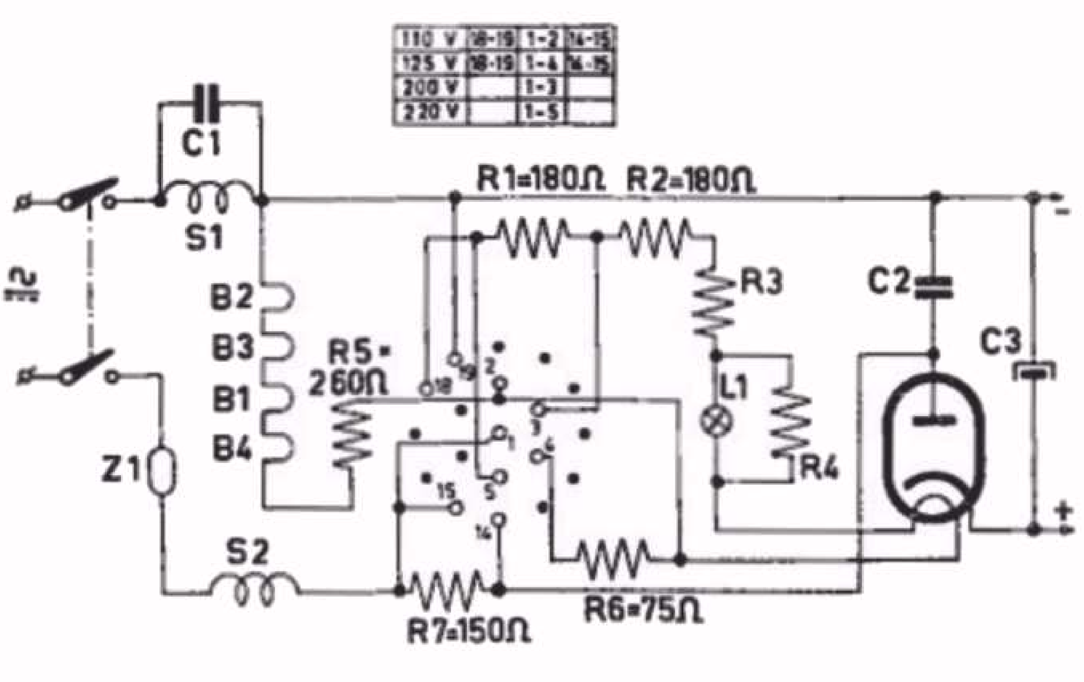
Wij willen thans eens nader op sommige van deze voedingen ingaan.

a. Wisselstroomvoeding

De wisselstroomvoeding hebben wij reeds uitvoerig behandeld in les 13 zodat wij hierop niet meer behoeven in te gaan.

b. Gelijkstroom/wisselstroomvoeding

De gelijkstroom/wisselstroomvoeding werd eveneens in les 13 in principe behandeld. Zoals wij in deze les hebben besproken, worden de



Schema van het voedingsgedeelte van een gelijkstroomontvanger. Hierin zijn R3 en R4 NTC-weerstanden.
R3= ca 3000 ohm(koud)
ca 220 ohm(warm)
R4= ca10000 ohm(koud)
ca 250 ohm(warm)

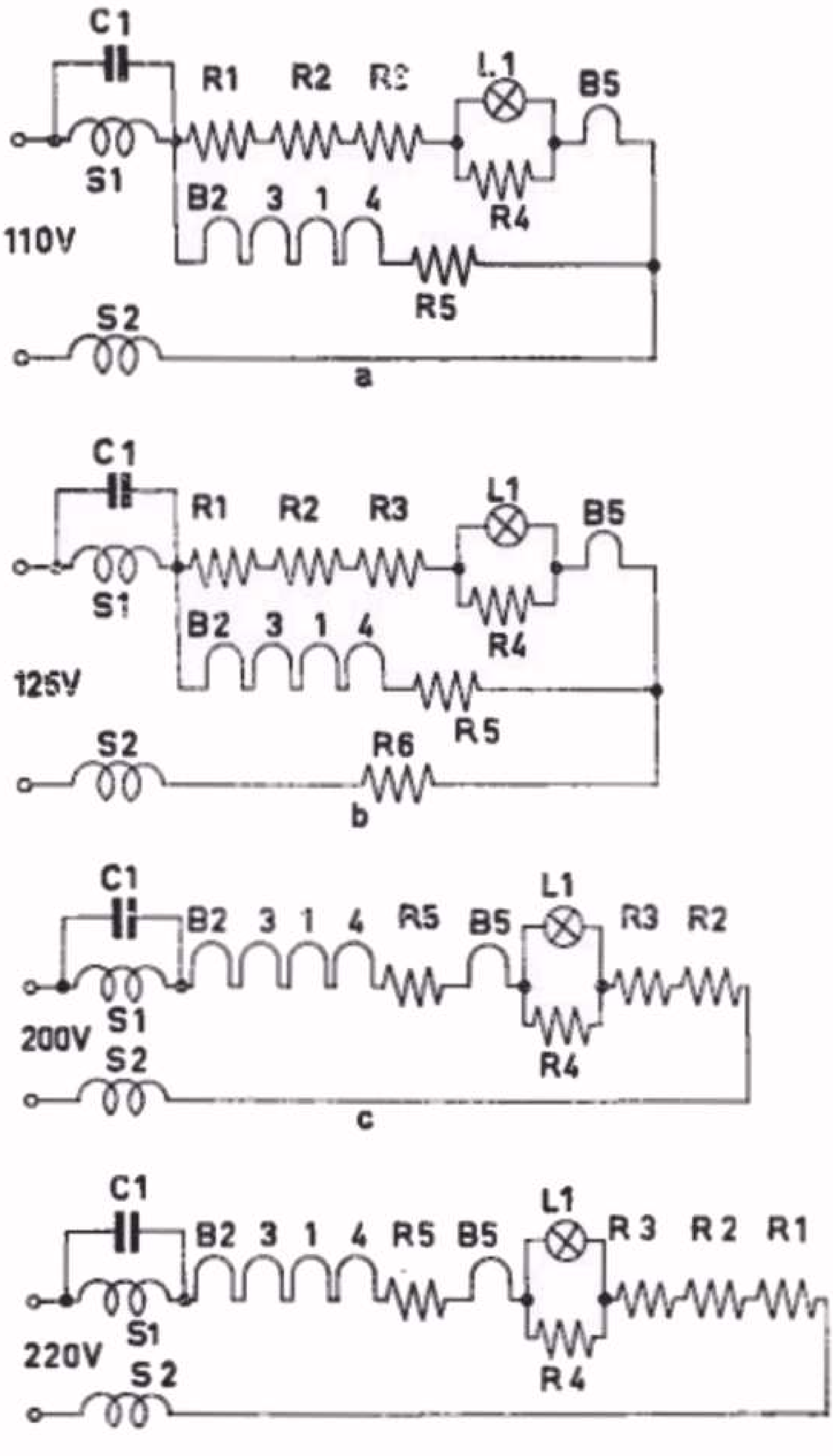
Fig. 1

gloeidraden van de ontvangbuizen in serie geschakeld, meestal met een serieweerstand, waarvan de grootte afhankelijk is van de betreffende netspanning. Nu moet het moderne ontvangtoestel geschikt zijn voor verschillende netspanningen, die variëren tussen 110 V en 220 V. Tevens moet rekening worden gehouden met één of meer schaalverlichtingslampjes die eveneens in serie met de gloeidraadketen moeten worden opgenomen.

Bij een laagvoltnet (110 V en 125 V) is het dan niet mogelijk om alle gloeidraden met schaalverlichtingslampje en NTC weerstand in één tak te schakelen. Voor deze netspanning verdeelt men de gloeidraden over twee takken. Voor hoogvoltnetten (200 V en 220 V) worden deze takken in serie geschakeld zodat men dan één tak heeft.

In fig. 1 hebben wij als voorbeeld het schema van het voedingsgedeelte afgebeeld, zoals dit in vele ontvangers voorkomt. In fig. 2a t/m d hebben wij de schakeling van de gloeidraadketen apart getekend voor de verschillende netspanningen. Zoals U hieruit ziet, heeft men voor 110 V en 125 V twee paralleltakken. In de ene tak zijn de gloeidraden van de ontvangbuizen opgenomen, in de andere tak de gloeidraad van de gelijkrichtbuis met het schaalverlichtingslampje en enige serieweerstanden. Hiervan zijn de weerstanden R3 en R4 NTC-weerstanden, waarover wij reeds in les 13 hebben gesproken. (beperking van de inschakelstroomstoot).

Bij 200 V en 220 V worden alle gloeidraden, schaalverlichtingslampje en weerstanden in één tak in serie geschakeld.



Het schema van fig. 1 apart getekend voor de vier verschillende netspanningen.

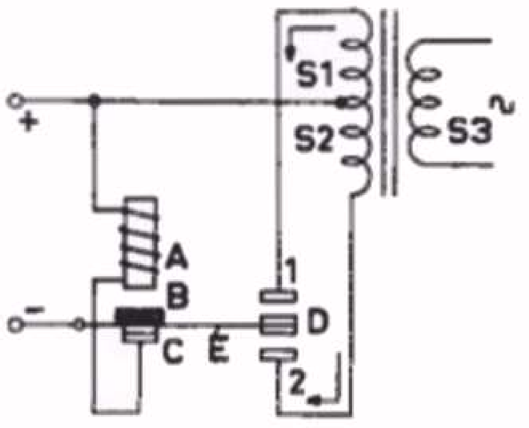
Fig. 2

Deze omschakeling kan geschieden door middel van stripjes. In de moderne apparaten wordt de omschakeling uitgevoerd door middel van een zogenaamde spanningscarrousel die in de betreffende stand voor de juiste doorverbindingen en kortsluitingen van weerstanden zorgt. In het schema van fig. 1 ziet U verder dat in serie met de anode van de gelijkrichtbuis een weerstand R7 ingeschakeld wordt bij de netspanningen van 200 V en 220 V. Bij de netspanningen van 110 V en 125 V wordt deze weerstand kortgesloten.

c. *Accuvoeding*

Bij de accuvoeding heeft men als voedingsbron een 6 V of 12 V auto-accu ter beschikking. Voor het verkrijgen van de hoogspanning voor de voeding van de anode (en schermrooster) maakt men gebruik van een vibrator of triller.

Het principe van de triller-omvormer willen wij aan de hand van fig. 3 verklaren. De triller bestaat uit een electromagneet A die via het contact C en de trilarm E met de accu is verbonden. In rusttoestand van E loopt een stroom door de spoel van de electromagneet A; hierdoor wordt het ankerB aangetrokken. Het anker B is echter verbonden met de trilarm E, zodat het contact D naar bovenwordt bewogen en contact maakt met het punt 1. De stroom gaat nu vloeien van de + klem van de accu door de primaire wikkeling S1 van de transformator, de contacten 1 en D en de trilarm terug naar de − klem van de accu. Aangezien nu echter de stroomketen van de magneetspoel onderbroken is, trilt de verende trilarm E terug. Het trilcontact D zwaait door, waardoor nu het contact gesloten wordt tussen de punten D en 2. Nu loopt de stroom door de primaire wikkeling S2.



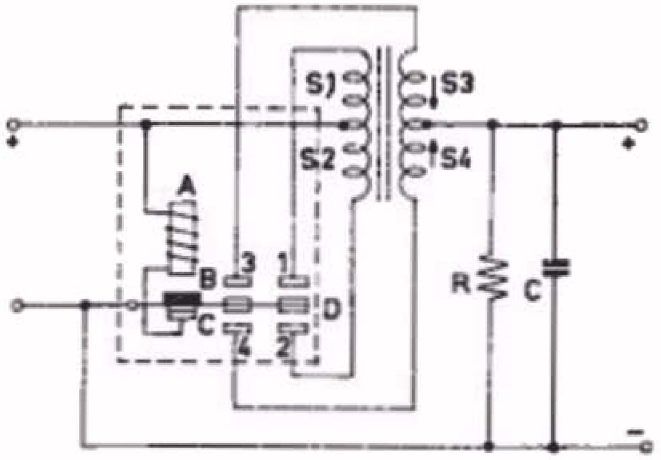
Principeschema van een triller of vibrator zonder gelijkrichter.
A = electromagneet
B = anker
C = primair contact
D = trilcontact dat beurtelings verbinding maakt met de contactpunten 1 en 2.
E = trilarm

Fig.3

Aangezien de trilarm E steeds in trilling blijft door het aantrekken van het anker B door de electromagneet A en het loslaten ervan, zal er beurtelings een stroom door S1 en S2 lopen. Er wordt dientengevolge een wisselend magnetisch veld in de kern van de transformator opgewekt, waardoor in de secundaire wikkeling S3 een wisselspanning wordt geinduceerd. Door een juiste keuze van de wikkelingsverhouding van de transformator kan deze spanning op de gewenste hoge waarde worden gebracht.

Men had oorspronkelijk een gelijkspanning van de accu; het resultaat is een wisselspanning. De gelijkspanning is dus omgevormd in een wisselspanning; vandaar de naam triller-omvormer. Hieraan is het te danken, dat voor voeding van het ontvangtoestel een 6 V of 12 V accu kan worden gebruikt, terwijl men toch aan de secun-

daire wikkeling van de transformator over wisselspanning van b.v. 250 V beschikt. Deze spanning kan men op normale wijze met behulp van een gelijkrichtbuis gelijkrichten. Bij een triller beschikt men echter over een eenvoudige mogelijkheid om deze gelijkrichting, door het aanbrengen van een tweede stel contacten, automatisch door de triller zelf te laten verrichten. Men verkrijgt dan het schema van fig. 4. De punten 3 en 4 zijn in dit schema het extra stel contacten, die synchroon (d.w.z. gelijk) met de contacten 1 en 2 gesloten en geopend worden. Op deze wijze zal door S3 en S4 via de belastingsweerstand R beurtelings een stroom in de pijlrichting lopen. Hieruit volgt dat tussen de middenaftakking van de secundaire wikkeling en de — leiding een pulserende gelijkspanning ontstaat, die na afvlakking door middel van condensatoren in combinatie met een spoel of een weerstand geschikt is, om voor de voeding van de verschillende electroden te worden gebruikt. (Een bijzonderheid van deze schakeling is dat de middenaftakking van de secundaire wikkeling van de transformator in dit geval de positieve pool is van de gelijkgerichte spanning. In het voedingsgedeelte van een wisselstroomontvanger is deze middenaftakking daarentegen de negatieve pool van de gelijkgerichte spanning). Aangezien in de magneetspoel en in de transformatorwikkeling een bepaalde hoeveelheid magnetische energie wordt gebracht, die steeds plotseling wordt onderbroken, treden bij het sluiten en het verbreken van de contacten hoge spanningen op, die aanleiding geven tot vonkvorming aan de contacten. Door deze vonkvorming wordt de levensduur van de contacten schadelijk beinvloed, terwijl bovendien hinderlijke radiostoringen worden opgewekt. Om de schadelijke invloed van deze vonkvorming te voorkomen, schakelt men over de secundaire wikkeling van de transformator RC-filters. Zij dempen als het ware de ontlading. Ter voorkoming van de radiostoringen worden in de toevoerleiding en de uitgangsleiding van de vibratoreenheid ontstoringsfilters opgenomen. Op deze wijze ontstaat het schema van fig. 5, dat gelijk is aan fig. 4 aangevuld met de ontstoringsfilters, de dempingsweerstanden en condensatoren.

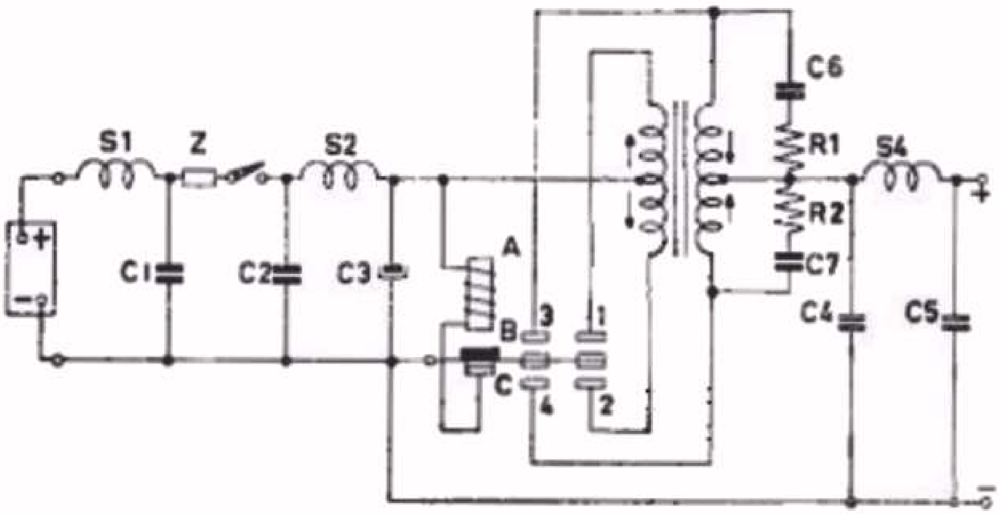


Schema van een synchroontriller. Hierin zorgen de contacten 3 en 4 voor de gelijkrichting van de wisselspanning over de transformatorwikkeling S3-S4.

Fig. 4

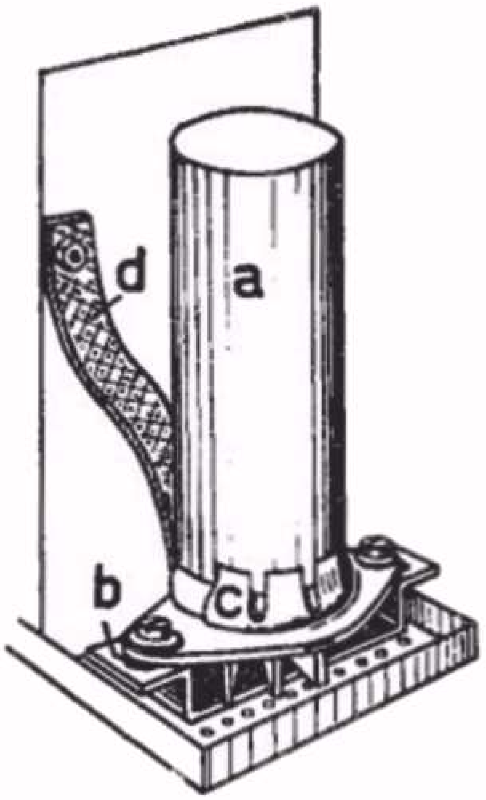
Voor de ontstoring is het tevens belangrijk dat het gehele trillergedeelte deugdelijk wordt afgeschermd en de afscherming wordt geaard. De triller (in fig. 4 is het trillergedeelte omlijnd) wordt daarom dikwijls door middel van speciale aardveren geaard (zie fig. 6). In fig. 7 is nog het binnenwerk van een synchroontriller afgebeeld; de letters bij deze tekening corresponderen met die van fig. 4.

Men onderscheidt de trillers in:



Schema van een trillereenheid met synchroontriller. R1-C6 en R2-C7 zijn dempingsfilters ter vermindering van het effect vande vonkvorming. C2-S2-C3en C4-S4-C5zijn ontstoringsfilters. S1-C1 is een ontstoringsfilter dat opgenomen is in de verbindingsleiding van de accu metde trillereenheid.

Fig. 5



Schets van een triller met aardveren.

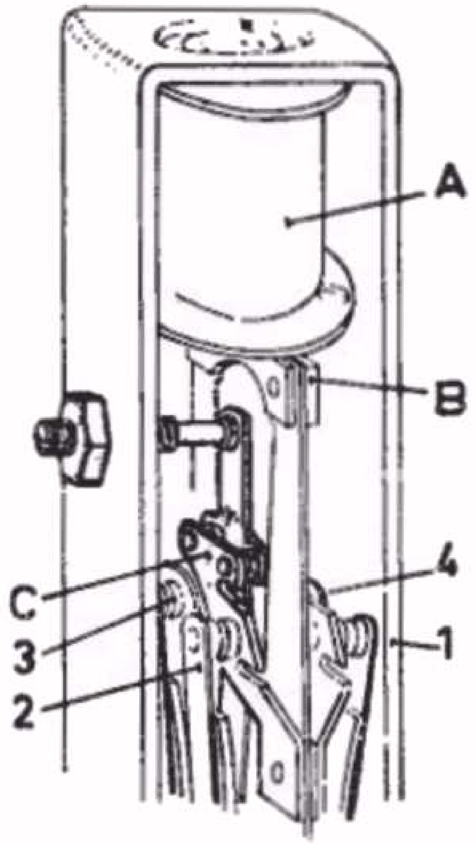
a = triller in bus

b = rubber tules voor verende opstelling

c = speciale veren voor aardcontact

d = speciale soepele aardverbinding.

Fig.6



Het binnenwerk van een synchroontriller. De letters en cijfers corresponderen met die van fig.4.

Fig. 7

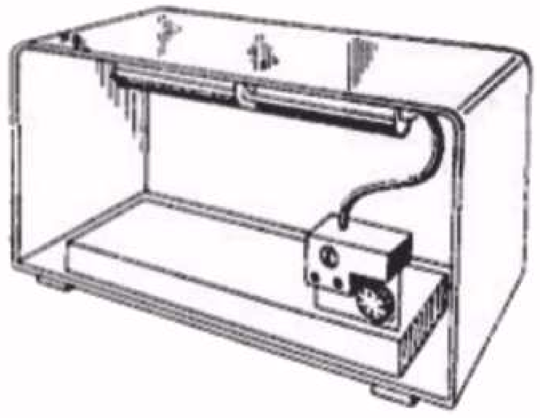
1. Laagvolt-trillers
2. Hoogvolt-trillers

De laagvolt-trillers worden gebruikt met een 6 V of 12 V accu. Een voorbeeld van deze toepassing vindt men in de autoradio en in de normale ontvangtoestellen die door middel van een autoaccu kunnen

worden gevoed. In dergelijke ontvangers worden ontvangbuizen gebruikt met een gloeispanning van 6,3 V. Bij een 6 V accu kunnen de gloeidraden dan direct op de accu worden aangesloten; zij worden dus parallel geschakeld. Bij een 12 V accu moeten de gloeidraden twee aan twee in serie geschakeld worden (zie b.v. fig. 8 in les 12). Bij de triller moet men eveneens met deze twee accuspanningen rekening houden. Men heeft trillers waarbij de magneetspoel met een aftakking is voorzien; in andere apparaten heeft men aparte trillers voor 6 V en voor 12 V.

De hoogvolt-trillers worden gebruikt om bepaalde ontvangtoestellen voor wisselstroomvoeding op een gelijkstroomnet te kunnen aansluiten.* Deze trillers worden in zogenaamde trillereenheden geleverd die zodanig zijn uitgevoerd, dat zij op eenvoudige wijze in de kast van het wisselstroomapparaat kunnen worden aangebracht.

Het schema van een dergelijke trillereenheid verschilt wel enigszins met dat van fig. 4. Hierin ontbreken o.a. de transformator en het tweede stel contacten. In dit geval wordt namelijk de nettransformator van het ontvangtoestel gebruikt en heeft de gelijkrichting door middel van de gelijkrichtbuis van het ontvangtoestel plaats. Hoewel in de trillereenheden reeds alle maatregelen voor de ontstoring zijn getroffen, dient men bij gebruik van deze trillereenheden steeds alle voorzorgsmaatregelen betreffende afschermingen goede aarding in acht te nemen.



Illustratie van de montage van een trillereenheid in een ontvangtoestel voor wisselstroomvoeding, waardoor het geheel kan worden aangesloten op een gelijkstroomnet.

Fig. 8

d. Batterijvoeding

Voor de batterijvoeding worden droge batterijen gebruikt. Soms neemt men een aparte batterij van 67,5 - 90 V voor de anode - en schermroosterspanning en een batterij van 1,5 V voor de gloeispanning. Er worden ook gecombineerde batterijen gebruikt met een 4-polige aansluiting, waarvan zowel de anode - als de gloeispanning wordt betrokken (zie fig. 14 in les 3).

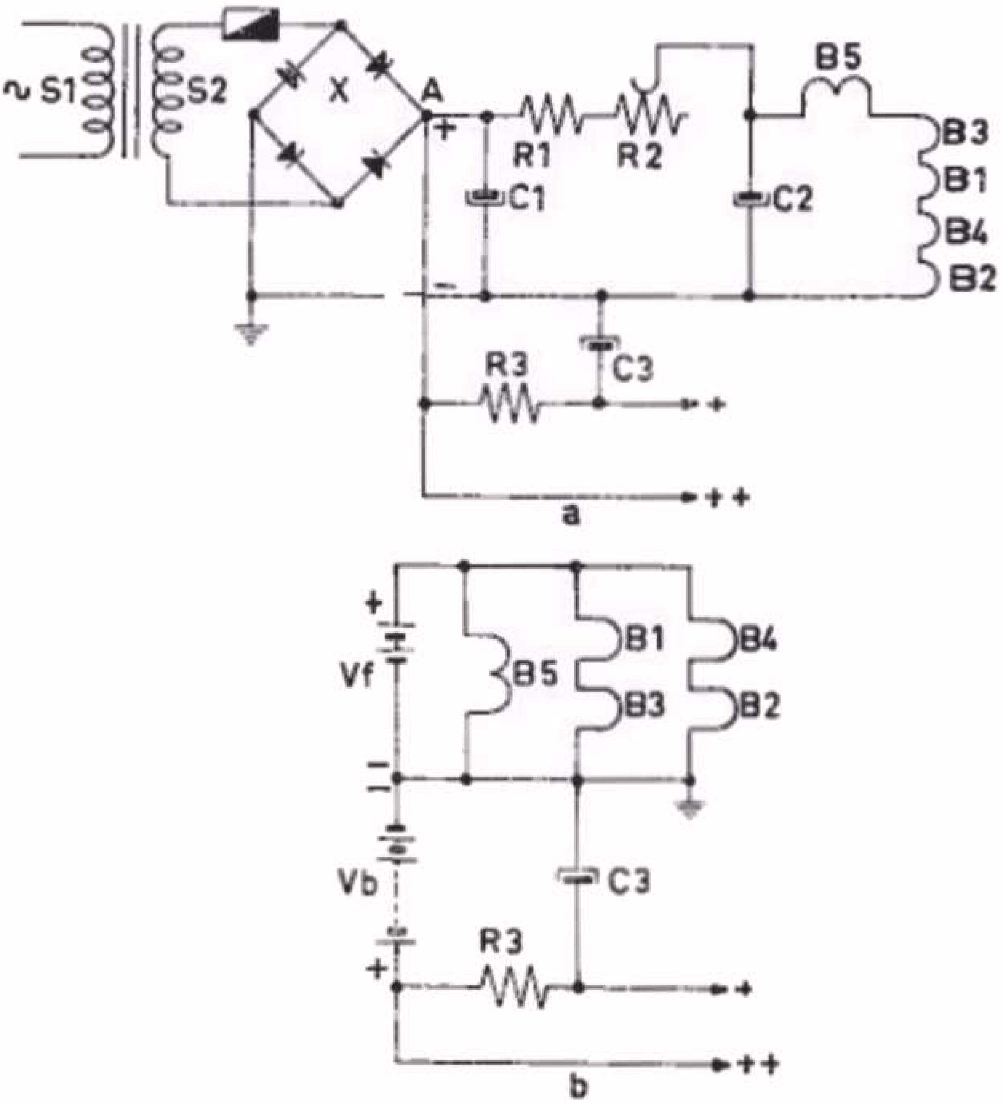
e. Batterij- en wisselstroomvoeding

De moderne batterij-ontvangtoestellen zijn meestal tevens geschikt voor wisselstroomvoeding. Aangezien de batterijbuizen niet direct

---

* Men zou kunnen opmerken dat deze oplossing veel oneconomischer is dan die van de gelijkstroom/wisselstroomontvanger van groep b. In dit ontvangertype heeft men echter bij een lage netspanning slechts een lage voedingsspanning ter beschikking, waardoor het moeilijker wordt een voldoende grote uitgangsenergie voor de luidspreker te verkrijgen. Vandaar dat in apparaten van de hoogste prijsklasse de oplossing met een trillereenheid is gekozen, waardoor ook bij een lage netspanning dezelfde uitgangsenergie wordt verkregen als bij aansluiting op een wisselspanning.

met wisselstroom mogen worden gevoed (zie les 12, paragraaf 59 B), moet de wisselspanning eerst worden gelijkgericht en daarna afgevlakt. Fig. 9a geeft een voorbeeld van de schakeling van een dergelijk voedingsgedeelte. De secundairewisselspanning wordt door middel van 4 seleen-cellen* in Graetzschakeling (zie les 11 paragraaf 58) dubbelfasig gelijkgericht. De pulserende gelijkspanning wordtdaarna afgevlakt door het filter C1-R1-R2-C2, zodat over C2 een practisch zuivere gelijkspanning ontstaat.



a. Schema van het voedingsgedeelte van een ontvanger voor batterij- en wisselstroomvoeding, getekend voor wisselstroomvoeding
b. Hetzelfde voedingsgedeelte voor batterijvoeding.

Fig. 9

De waarde van R1 + R2 wordt nu zo ingesteld dat de spanning over C2, dus over de in serie geschakelde gloeidraden, juist gelijk is aan de som van de gloeispanningen (in fig. 9a b.v. 6 x 1,35 V = 8,1 V). Bij een spanning van 90 V over C1 moeten de weerstanden R1 + R2 een waarde van ca. 1640 Ohm hebben (bij een gloeistroom van 50 mA). Van punt A wordt verder via R3 - C3 als afvlakfilter de anodespanning voor de ontvangbuizen betrokken. Van de klem ++ wordt de anodespanning van de eindbuis afgenomen.

Voor batterijvoeding worden de gloeidraden omgeschakeld volgens het schema van fig. 9b. Nu staan de gloeidraden twee aan twee in serie en parallel, zodat de gloeispanningsbatterij Vf een spanning van 2,8 V (= 2 x 1,4 V) moet leveren. De anodespanning wordt nu van een aparte batterij betrokken.

---

* De werking van een seleencel komt in principe overeen met die van een Germaniumdiode (zie les 11 paragraaf 56). Zij wordt veel gebruikt als gelijkrichter van wisselspanningen voor de voeding van ontvangtoestellen.

108. Afstemindicator

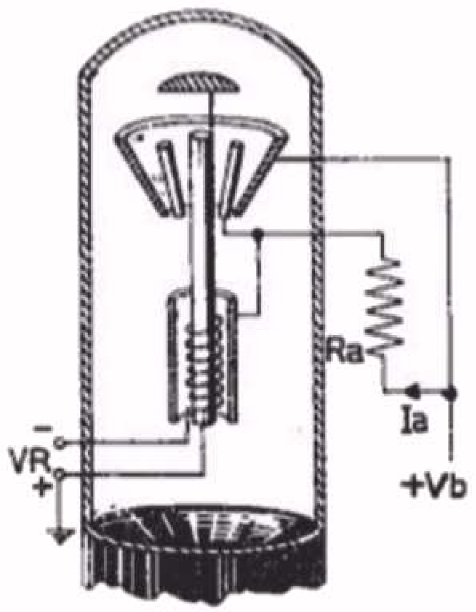
Zoals wij in les 19 hebben gezien, oefent de automatische versterkingsregeling (AVR) een regelende invloed uit op de H.F.- en M.F. versterking van de ontvanger. Bij het verstemmen van het apparaat zal de AVR zich als het ware verzetten tegen het afnemen van de spanning over de kringen. Dit heeft tot gevolg dat het bij een ontvangtoestel, voorzien van AVR, moeilijker is op het gehoor precies af te stemmen. Men neemt geen scherp maximum in de geluidsterkte waar bij afstemming op een zender. Men zegt dan wel dat de afstemscherpte minder wordt.
Men voorziet daarom veel ontvangtoestellen van een optische (zichtbare) afstemmingsindicatie, waarmede men de juiste afstemming met het oog kan waarnemen. Voor deze optische afstemmingsindicatie zijn in de loop der jaren verschillende systemen toegepast. De meeste van deze systemen berusten op het feit, dat in afstemming de gelijkspanning over de belastingsweerstand in de diode - detectorkring maximaal is. Tevens is de anodestroom van de buizen die men met behulp van de AVR regelt, minimaal (in dat geval is immers negatieve regelspanning op het rooster van deze buizen maximaal).
Op dit laatste berustte één van de oude, veel gebruikte, indicatiesystemen, waarbij een mA-metertje in de anodeleiding van de M.F. buis wordt geschakeld. Voor de juiste afstemming geeft het metertje dan een minimum uitslag. Verschillende van deze mA-metertjes hadden een bijzondere uitvoering. Bij sommige van deze bewoog het draaispoeltje een plaatje in een lichtbundel, waardoor op een matglas een schaduw werd veroorzaakt waarvan de breedte afhankelijk was van de stand van het draaispoeltje.
De laatste 15 jaren past men hoofdzakelijk afstemmingsindicatie toe met een zogenaamde electronenstraal-indicatorbuis. Hiervan komen verscheidene uitvoeringen voor, waarvan wij er twee willen behandelen.

a. De afstemindicator, bekend onder de naam 'Magisch oog'

Hiertoe behoren o.a. de afstemindicatoren type EM4, EM34 en UM4. Het principe van deze buis is in fig. 10 voorgesteld. Zij bestaat in principe uit een triode plus een indicatorgedeelte. Het rooster van de triode wordt meestal verbonden met de belastingsweerstand in de detectorketen (AVR spanning). De gelijkspanning die bij afstemming over deze weerstand ontstaat, komt nu tussen het rooster en de kathode van de triode te staan, zodanig dat het rooster negatief is ten opzichte van de kathode. De anode van de triode is via een hoge weerstand (ca. 1 Megohm) verbonden met de positieve spanning van het voedingsgedeelte. Wanneer nu de roosterspanning verandert, verandert ook de anodestroom en dientengevolge de spanningsval in de anodeweerstand Ra. Van deze spanningsval wordt gebruik gemaakt om de eigenlijke indicatie te verkrijgen.
Rondom het bovenste gedeelte van de kathode bevindt zich een kegelvormige electrode. Van boven gezien kijkt men in de binnenzijde van de kegel die bedekt is met een fluorescerende stof (dit is een stof die oplicht, zodra hierop electronen terecht komen). De kegel, genoemd het fluorescentiescherm, wordt direct verbonden met de

positieve spanning van het voedingsgedeelte (Vb in fig. 10) en heeft dus een constante positieve spanning ten opzichte van de kathode. Als er verder geen sturende electroden tussen dit scherm en de kathode aanwezig waren, zou het gehele oppervlak vanhet scherm oplichten door de er op vallende electronen. Nu bevinden zich echter tussen de kathode en het scherm enige staafjes, die met de anode van de triode zijn verbonden. Zij hebben dus een spanning ten opzichte van de kathode, die gelijk is aan:

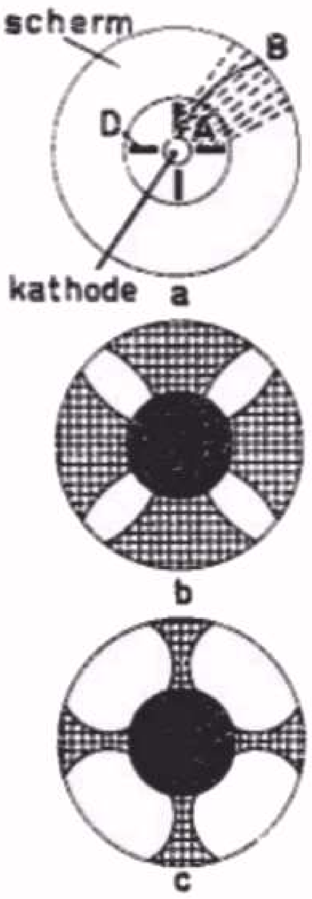
$$Va = Vb - Ia \times Ra$$



Principe van de electronenstraalafstemindicator.

Fig. 10

De staafjes (afbuigstaafjes) hebben dus steeds een lagere spanning ten opzichte van de kathode dan het scherm. Men kan ook zeggen dat de afbuigstaafjes negatief zijn ten opzichte van het scherm. Dit heeft tot gevolg, dat deze staafjes een afbuigende invloed uitoefenen op de electronen die zich van de kathode naar het scherm begeven. Het zal duidelijk zijn dat deze afbuigende werking des te sterker is, naarmate het verschil in spanning tussen de staafjes en het scherm groter is. In fig. 11 wordt deze afbuigende



a. Schematische voorstelling van de opstelling der electroden in het indicatorgedeelte. Tussen de afbuigstaafjes D en de anode wordt een electrostatisch veld gevormd dat een afbuigende werking heeftop de electronen, die zich naar de anode begeven.

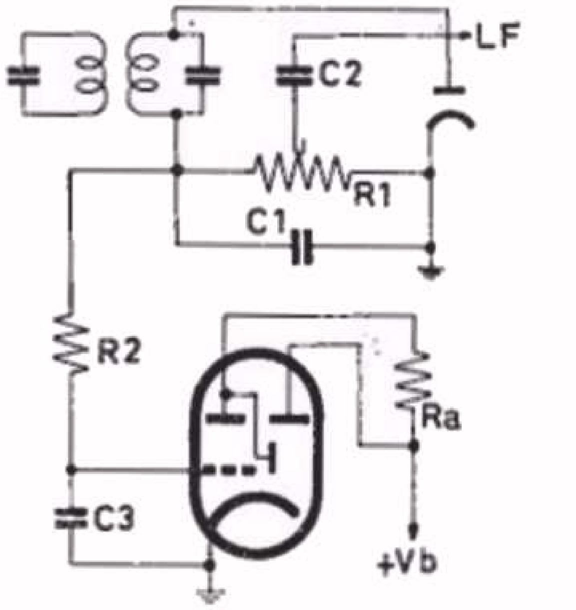
b. Lichtbedekking vanhet fluorescentiescherm bij een lage negatieve spanning aan het rooster van het triodesysteem.De gearceerdegedeelten stellen de schaduwsectoren voor.

c. Lichtbedekking vanhet fluorescentiescherm bij een hoge negatieve spanning aan het rooster van het triodesysteem.De gearceerdegedeelten stellen de schaduwsectoren voor.

Fig. 11

werking van de staafjes duidelijk geillustreerd. In fig. 11a is de doorsnede van het indicatorgedeelte schematisch voorgesteld. Tussen de afbuigstaafjes D en het scherm is het electrostatisch veld door stippellijnen weergegeven. Dit veld heeft een afbuigende werking op de electronen die zich naar het scherm begeven. De lijn A-B geeft de baan van een electron als voorbeeld weer. In fig. 11b ziet men het beeld van de licht - en schaduwsectoren op het fluorescentiescherm voor een lage negatieve spanning op het rooster. In fig. 11c vindt men hetzelfde beeld voor een hoge negatieve spanning aan het rooster van het triodedeel.

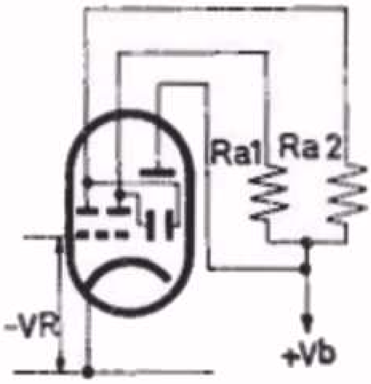
In fig. 12 is een compleet principeschema van de detectortrap plus afstemindicator afgebeeld. In dit schema is het rooster van de afstemindicator niet onmiddellijk verbonden met de belastingsweerstand R1 van de detector. Er bevindt zich nog een filter (R2 - C3) tussengeschakeld dat tot doel heeft de L.F. wisselspanning (modulatie), die zich eveneens over de weerstand R1 bevindt, uit te filteren. Zonder dit filter zou geen scherpe indicatie op het 'magisch oog' worden verkregen.



Principeschema van de detectortrap plus afstemindicator.

Fig. 12

Tegenwoordig wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van een afstemindicator die twee verschillende gevoeligheden bezit (de EM 34 voor wisselstroomvoeding en UM 4 voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding). Hierbij is het enkele triodesysteem vervangen door twee triodesystemen met verschillende versterkingsfactor. De twee anoden van deze triodesystemen zijn elk verbonden met één van de twee afbuigstaafjes van het indicatorgedeelte (zie fig. 13 en 14). De anoden worden weer via serieweerstanden van 1 à 2 Megohm met de positieve gelijkspanning van het voedingsgedeelte verbonden. De twee trioden worden beide door de negatieve gelijkspanning aan het rooster gestuurd. Het triodedeel met de grootste versterkingsfactor zal reeds bij een vrij geringe negatieve spanning een zodanige invloed hebben op het indicatorgedeelte, dat de ene helft 'dicht zit' bij een vrij kleine spanning. Het andere triodedeel met de kleinste versterkingsfactor begint pas in werking te treden als de negatieve spanning aan het rooster betrekkelijk groot is, dus bij ontvangst van sterkere antennesignalen. Op deze wijze geeft de afstemindicator zowel bij ontvangst van zwakke zenders als van sterke zenders een duidelijke indicatie. De EM 34 en UM 4 worden zo in het ontvangtoestel opgesteld dat men het beeld van fig. 15 ziet door een opening in de kast. De aansluiting van deze buizen geschiedt door middel van een buisvoet van het Octaltype.



Principeschema van de afstemindicator EM34.

Fig. 13

Constructie van de afstemindicator EM34.

a = Gloeidraad

b = Kathode

c = Stuurrooster van beide triodesystemen

d = Anode van het triodesysteem met een grote versterkingsfactor

e = Anode vanhet triodesysteem met een kleine versterkingsfactor

f = Afbuigstaafje van het systeem met kleine gevoeligheid

g = Afbuigstaafje van het systeem met grote gevoeligheid

h = Fluorescentiescherm

i = Beschermkapje tegen het kathodelicht

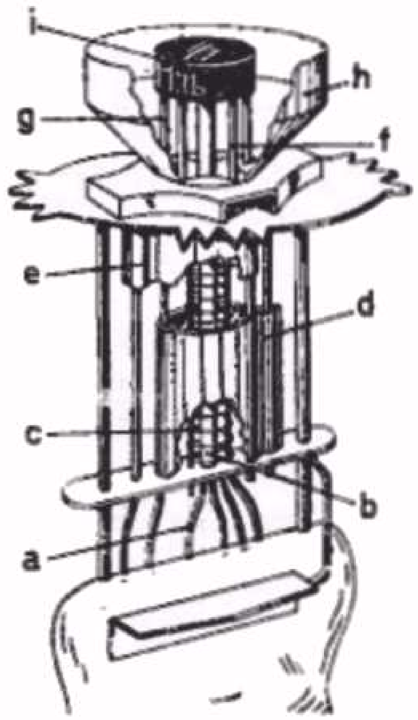


Fig. 14

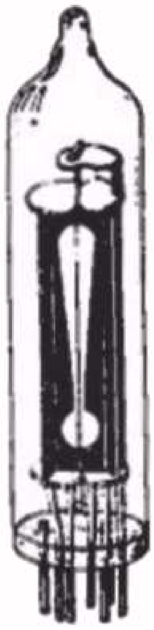
b. *De afstemindicator DM 71*

Deze indicator, die sinds korte tijd in ontvangtoestellen wordt gebruikt, heeft een zeer eenvoudige constructie. Het was daarom mogelijk dit buisje in de ballon van een subminiatuurbuis onder te brengen (diameter ca. 10 mm, lengte ca. 25 mm). Deze indicator bestaat uit een triodesysteem: een direct verhitte gloeidraad voor een gloeispanning van 1.25 V (gloeistroom 25 mA), een stuurrooster in de vorm van een metalen plaatje waarin een opening is uitgespaard in de vorm van een uitroepteken en een anode die bedekt is met een fluorescerend materiaal. Fig. 16 toont een afbeelding van dit buisje, terwijl in fig. 17 het principeschema is weergegeven.

Voorstelling van de schaduw- en lichtsectoren op het scherm van de EM34.

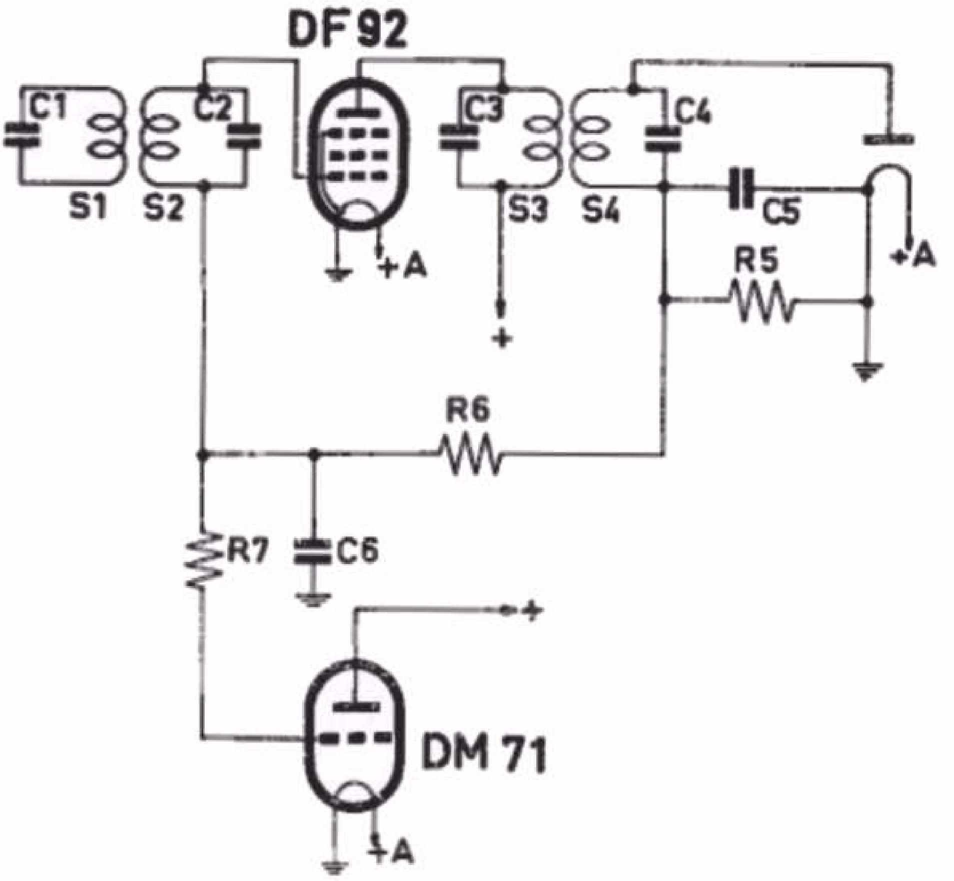
Fig. 15

Als het rooster geen negatieve spanning ten opzichte van de gloeidraad heeft, zullen alle electronen van de gloeidraad naar de anode gaan en zal de anode oplichten. Dit is dan zichtbaar door de opening in het roosterplaatje. Zodra het rooster negatief wordt, zal een gedeelte van de electronen niet meer op de anode terecht komen en zal dus een kleiner gedeelte van de anode oplichten. De onderdrukking van de electronenstraal zal in de eerste plaats in het smalste gedeelte van de opening in het roosterplaatje geschieden (in B in fig. 18). Naarmate het rooster meer negatief



Afbeelding van de afstem indicator DM 71.

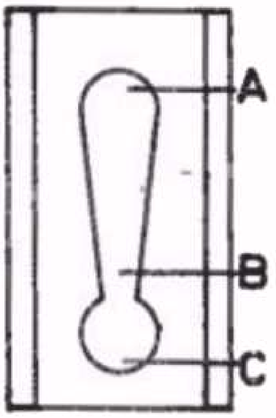
Fig.16



Principeschema van de M.F.trap plus detectortrap en de afstemindicator DM 71.

Fig. 17

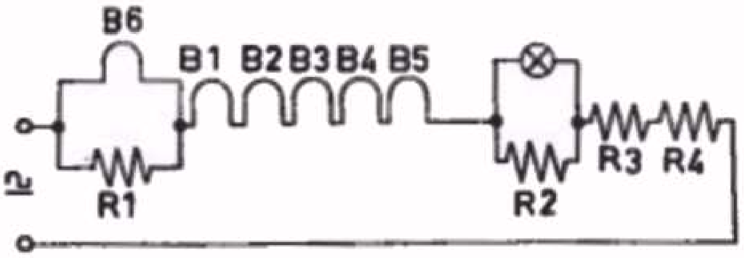
wordt, zullen steeds meer electronen de pas afgesneden worden, waardoor het oplichtende deel van de anode, gezien door het rooster„laatje,steeds kleiner wordt. Tenslotte zal het oplichten van de anode alleen op de punten A en C zichtbaar zijn. In fig. 17 vormen R6 en C6 weer een ontkoppelfilter voor de L.F. spanningen over R5.



Tekening van het plaatvormigestuurrooster uit de DM 71 met de opening in de vorm van een uitroepteken.

Fig.18

Hoewel de DM 71 door haar constructie een batterijbuis is, kan zij ook worden gebruikt in apparaten voor wisselstroom - en gelijkstroom/wisselstroomvoeding. In fig. 19 is een schema afgebeeld, waarin de DM 71 is opgenomen in de gloeistroomketen van een gelijkstroom/wisselstroomontvanger.
Gewoonlijk monteert men de DM 71 zodanig dat zij in haar lengte voor een opening in de kast komt. Het is echter ook mogelijk dit type zo te monteren dat het in de plaats van de stationswijzer van de namenschaal gebruikt wordt. Beide uitvoeringen komen in de apparaten voor.



Schema van het voedingsgedeelte van een gelijkstroom/wisselstroomontvanger, waarin de afstemindicator DM 71 (B6) in de gloeistroomketen is opgenomen.

Fig. 19

SAMENVATTING

1. In gelijkstroom/wisselstroomtoestellen bestaat de gloeidraadketen bij aansluiting op laagvoltnetten gewoonlijk uit twee takken, voor hoogvoltnetten uit één tak. In deze takken zijn opgenomen de gloeidraden van de ontvang- en gelijkrichtbuizen, één of meer schaalverlichtingslampjes en één of meer serieweerstanden.

2. De omschakeling van de paralleltakken in een serietak geschiedt meestal door middel van een zogenaamde spanningscarrousel.

3. Bij voeding van het ontvangtoestel uit een 6 V of 12 V accu maakt men gebruik van een trilleromvormer (of vibrator). Deze triller vormt de gelijkspanning om in wisselspanning, waarna deze wisselspanning door middel van een transformator op de gewenste waarde wordt gebracht.

4. Door het aanbrengen van een extra stel trilcontacten wordt deze wisselspanning automatisch gelijkgericht. Men noemt een dergelijke triller een synchroontriller.

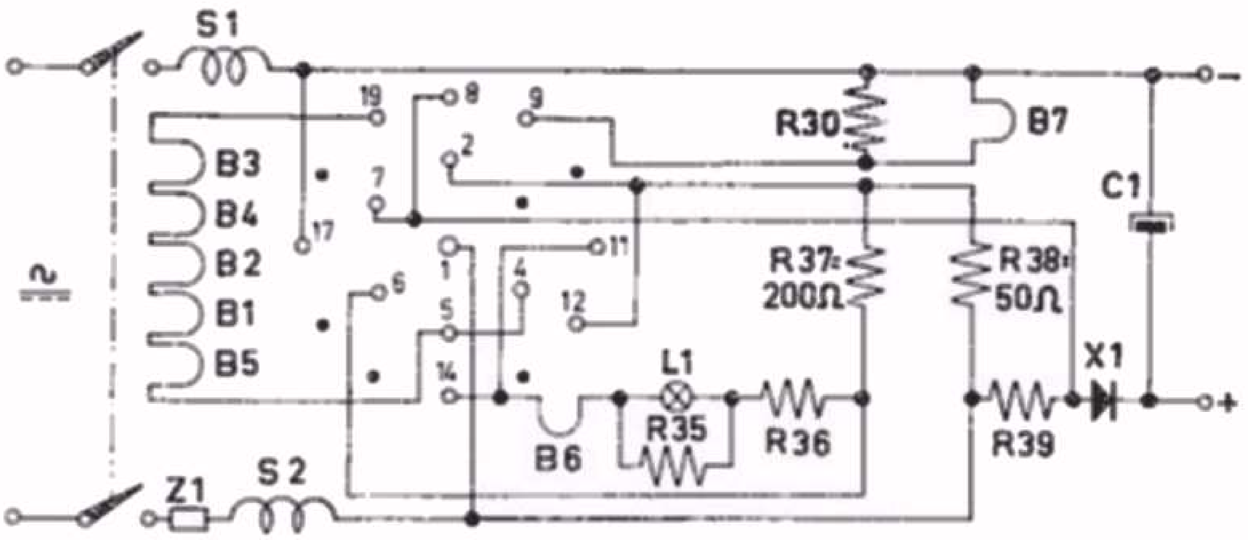
5. Om de aansluiting van bepaalde wisselstroomapparaten op een gelijkstroomnet mogelijk te maken, gebruikt men de hoogvolt-triller.

6. In verband met de nivellerende werking van de AVR op de afstemscherpte past men in vele ontvangtoestellen optische afstemmingsindicatie toe.

7. Men onderscheidt thans hoofdzakelijk twee typen afstemindicatoren:
   a. het 'magisch oog', dat uit één of twee triodesystemen en een apart indicator-gedeelte bestaat.
   b. een eenvoudige indicator die uit een triodeconstructie bestaat, waarvan de anode met een fluorescerend materiaal is bedekt. Het rooster bestaat uit een plaatje waarin een opening in de vorm van een uitroepteken is aangebracht.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Onderstaand schema stelt het voedingsgedeelte voor van een ontvanger voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding. Hierin ziet U tevens de gloeidraad-voeding voor de optische indicator DM 71(B7) opgenomen. Teken dit schema apart voor de verschillende voedingsspanningen (110 V, 125 V, 200 V en 220 V).



2. De gloeidraden in bovengenoemd schema nemen 100 mA gloeistroom; de gloeidraad van de afstemindicator DM 71 neemt echter slechts 25 mA gloeistroom bij een gloeispanning van 1,25 V. Hoe groot moet de weerstand R30 zijn? Voor welk vermogen moet de weerstand R38 minstens berekend zijn?

3. Wat bemerkt men als in het ontvangtoestel, uitgerust met een voedingsgedeelte zoals in vraag 1 is aangegeven, in de schakeling voor 110 V de weerstand R36 doorbrandt? Wat zou er gebeuren als men deze NTC weerstand verving door een normale koolweerstand van dezelfde waarde?

109. De Toongenerator

Tot nu toe zijn de volgende meetapparaten die in de Service Werkplaats worden gebruikt, behandeld:

1. Het universeel meetapparaat (Les 20, Par. 90)
2. De meetbrug (Les 20, Par. 91)
3. De Service-oscillator (Les 18)
4. De buisvoltmeter (Les 22).

Bij deze apparaten missen wij nog een LF generator voor het opwekken van een LF spanning, waarvan de frequentie naar wens kan worden gevarieerd.

Wij kunnen ons nu afvragen, of het nodig is een dergelijk apparaat aan het instrumentarium toe te voegen. Met de hierboven genoemde apparaten kunnen wij toch iedere fout in een ontvang-toestel of LF versterker opsporen? Inderdaad is dit mogelijk, maar bij bepaalde fouten zullen wij merken, dat we dan dikwijls veel tijd nodig hebben, om die fout te ontdekken. Hebben wij nu de beschikking over een toongenerator, dan kunnen we tijd sparen. Ter illustratie enige voorbeelden, waarbij dit het geval is.

a. Een ontvangtoestel geeft zo nu en dan een ritselend bijgeluid. Dit kan worden veroorzaakt door:
   1. Een losgeraakt onderdeel van de kast of het chassis dat door de geluidstrillingen in beweging wordt gebracht.
   2. De luidspreker zelf. Deze ritsel treedt alleen op bij bepaalde frequenties en zal dus bij weergave van spraak of muziek zeer onregelmatig voorkomen.

   Als men naar de muziek luisterend, de oorzaak van het ritselen wil opsporen, kost dit veel tijd. Is nu een toongenerator beschikbaar, dan kunnen we aan het te onderzoeken apparaat een constant signaal toevoeren, waarvan we de frequentie kunnen variëren. De frequentie wordt dan zo ingesteld, dat dezelfde ritsel hoorbaar is (deze ritsel blijft nu constant aanwezig); de oorzaak kan daarna vlot opgespoord worden.

b. Afwijkingen van de frequentie-karakteristiek, waardoor een slechte weergave ontstaat (te veel lage of hoge tonen). Dit wordt dikwijls veroorzaakt door fouten in de LF tegenkoppeling. Hierbij zullen geen veranderingen in de stromen en/of spanningen in de schakeling optreden. Met het universeel meetapparaat kan de fout slechts langs een omweg worden bepaald (het nameten van alle weerstanden en condensatoren van de schakeling).

Een toongenerator moet nu aan de volgende eisen voldoen, opdat het voor de Service bruikbaar is:

1. Frequentiebereik van circa 30 Hz tot circa 16 kHz. Dit frequentiebereik moet het hoorbare gebied omvatten.
2. Geringe vervorming van de afgegeven spanning. Wanneer dit niet zo is, kunnen we een LF versterker niet op vervorming controleren.
3. Constantheid van de afgegeven spanning. De amplitude van de afgegeven spanning moet vrijwel constant zijn over het gehele frequentie-gebied. Dit geeft veel gemak bij het meten van LF versterkers, b.v. voor het opnemen van de frequentie-karakteristiek.

110. De Philips Toongenerator GM 2307

Onder het typenummer GM 2307 wordt door Philips een toongenerator in de handel gebracht die ruimschoots aan bovengenoemde eisen voldoet. De mogelijkheden van dit apparaat zijn:

Frequentiebereik: 30 tot 16000 Hz.

Afleesnauwkeurigheid: Tussen 200 en 16000 Hz ±1 %
Tussen 30 en 200 Hz beter dan 2 Hz.

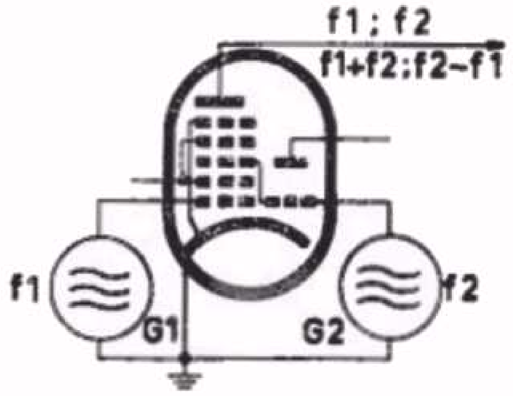
Uitgangsspanning: Regelbaar van 0 tot 15 V (bij aanpassing op 1000Ω)
Over het gehele frequentiegebied constant binnen ±2½ %.
Bij een netspanningsvariatie van 10% verandert de uitgangsspanning 2%.

Vervorming: Voor 200 Hz en hoger: kleiner dan 1%.
Voor 30 Hz: kleiner dan 3%.

Aanpassingsmogelijkheid: Door een omschakelaar kan de eindtrap worden omgeschakeld voor verschillende belastingen.

Nul-instelling: Met behulp van een afstemindicator kan de frequentie van de toongenerator worden geijkt.

We willen nu eens bekijken hoe de GM 2307 is opgebouwd. We zullen ons hierbij beperken tot een globale behandeling, daar een volledige beschrijving voor ons doel te ver zou voeren. Het is in de eerste plaats belangrijk, zoveel van het apparaat te weten, dat we er vlot mee kunnen werken (we zouden ook kunnen zeggen, dat de diverse bedieningsknoppen geen raadsels meer zijn).
De toongenerator GM 2307 berust op het principe van frequentie-transformatie, zoals we dat bij de superheterodyne-ontvanger hebben leren kennen. (zie les 21). In fig. 1 is nogmaals het principe van een mengtrap weergegeven. We weten uit les 21 dat in de anodeleiding van de mengbuis wisselstromen met de frequenties f1. f2. f1 + f2 en f2 - f1 ontstaan. We kiezen nu de frequenties f1 en f2 zodanig, dat hun verschil (f2 - f1) in het LF gebied valt. Zorgen we ervoor dat op de een of andere manier de frequenties f1, f2 en f1 + f2 (die alle in het HF gebied vallen) verdwijnen, dan houden we een wisselstroom over, die we voor ons doel kunnen gebruiken. Maken we de frequenties van een der beide HF generatoren variabel, dan kunnen we daarmee tevens de frequentie van deze LF wisselstroom naar wens varieren.



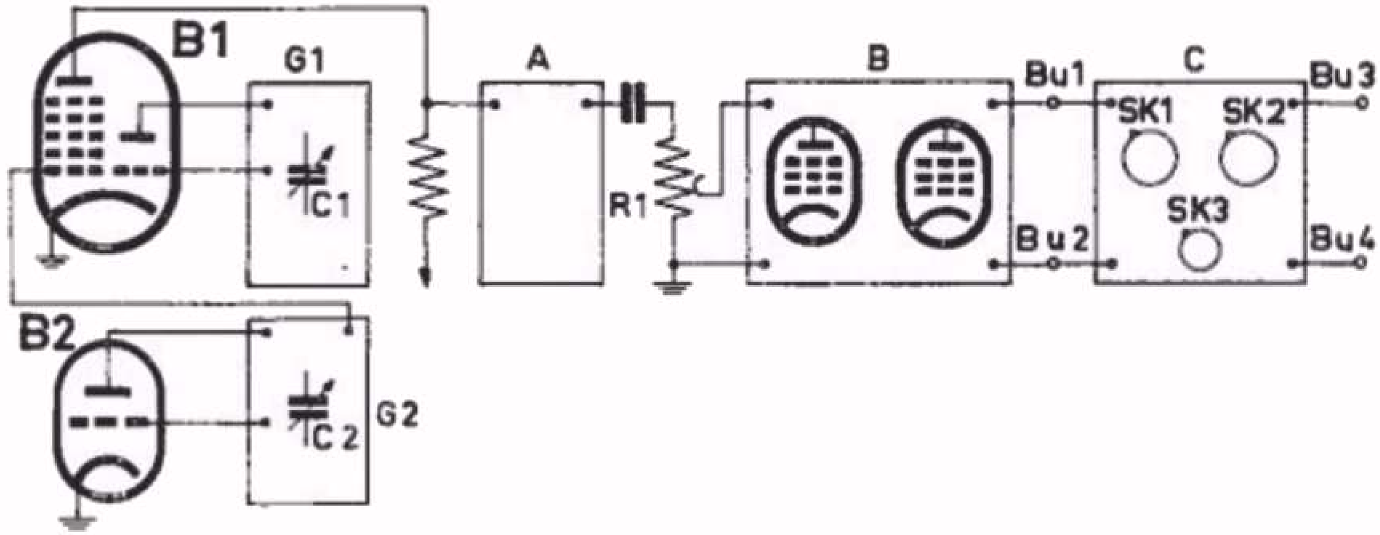
Principe van een mengschakeling. G1 en G2 zijn HF-generatoren waarvan de frequenties f1 en f2 zijn.

Fig. 1

Men zal zich wellicht afvragen waarom het LF signaal langs deze indirecte weg wordt opgewekt en waarom niet zonder meer een normale generator-schakeling gebruikt wordt (b.v. zoals in fig. 5 in les 17 is afgebeeld), waarbij de L en C van de afstemkring zo groot gemaakt worden dat direct een LF signaal wordt verkregen. Dit is inderdaad mogelijk, maar heeft de volgende bezwaren:

1. Voor deze lage frequenties zijn grote waarden van L en C nodig d.w.z. kostbare onderdelen.
2. Uit les 10, par. 54 weten we, dat de verhouding van de maximum tot de minimum capaciteit van de gehele afstemkring in het algemeen niet groter dan 10 à 15 kan worden gemaakt. In ons geval (grote spoelen met grote eigencapaciteit) zal deze verhouding nog lager liggen, b.v. ca. 9. De verhouding van maximale tot minimale frequentie wordt dan 3. Het genoemde frequentie-gebied van 30 - 16000 Hz moet dan worden verdeeld in 6 bereiken, hetgeen een gecompliceerde (dus dure) omschakelaar noodzakelijk maakt.
3. Het is vrijwel onmogelijk, bij een capaciteits-variatie van 9:1, een redelijk constante wisselspanning te verkrijgen.

Deze bezwaren ontmoeten we niet bij toepassing van het superheterodyne principe, zodat deze ogenschijnlijk ingewikkelde oplossing toch beter (en goedkoper) tot ons doel voert.



Blokschema van de toongenerator GM 2307
G1 en G2 - HF oscillatoren
A - Laagdoorlaatfilter
B - Tweetraps LF versterker
C - Aanpassingseenheid
R1 - Regelpotentiometer met geijkte schaal.

Fig. 2

In fig. 2 is het schema van de GM 2307 in blokvorm weergegeven. We zullen nu verschillende onderdelen successievelijk behandelen.

HF Generatoren G1 en G2

Van beide HF generatoren kan de frequentie met behulp van de afstemcondensatoren C1 en C2 worden gevarieerd. Door parallel- en serieschakeling van condensatoren wordt in sterke mate bandspreiding verkregen (zie les 24, par 105). De frequentiebereiken van beide generatoren zijn:

G1 - 100 - 85 kHz en G2 - 100 - 101 kHz.

C1 is voorzien van een schaalverdeling van 0-15000 Hz; C2 heeft een schaalverdeling van 0-1000 Hz. Om de frequentie van de afgegeven LF spanning te bepalen, moeten we de aanwijzingen van C1 en C2 bij elkander optellen.

Laagdoorlaatfilter A

Zoals we reeds hebben gezien, zijn, behalve de gewenste LF wisselstroom ook nog 3 stroomcomponenten met hoge frequentie in de anode leiding van B1 aanwezig. Om deze HF componenten kwijt te raken, is het laagdoorlaatfilter A tussengeschakeld. Dit filter bestaat uit een combinatie van spoelen en condensatoren dat frequenties beneden ca. 70 kHz onverzwakt doorlaat; de frequenties hoger dan ca. 70 kHz worden echter tegengehouden. (Het lage deel van het frequentie-spectrum wordt door het filter A doorgelaten; vandaar de naam "laagdoorlaatfilter").Op deze wijze ontstaat over de potentiometer R1 alleen een LF spanning met de ingestelde frequentie.

Regelpotentiometer R1

Met de regelpotentiometer kunnen we de door de GM 2307 afgegeven wisselspanning van 0 tot maximum regelen. R1 is voorzien van een in volt geijkte schaalverdeling. In de standen "verzwakker" en "1000Ω" van de schakelaar SK1, geeft deze schaal de spanning aan die op de klemmen Bu1 en Bu2 aanwezig is (0-15 V)

LF Versterker B

De LF wisselspanning, afkomstig van R1, wordt in een tweetraps LF versterker versterkt. Door toepassing van LF tegenkoppeling (Les 23, par. 102) is de vervorming van de afgegeven spanning laag gehouden en de amplitude vrijwel constant over het gehele frequentie-gebied.

Aanpassingseenheid C

Hiermede kan de eindtrap van de GM 2307 worden aangepast aan verschillende uitwendige weerstandswaarden.Dit wordt bereikt met de omschakelaar SK1.

Deze schakelaar heeft hiertoe 6 standen:

Stand "1" - Verzwakker ingeschakeld

Normaal bedraagt de maximum ingangsspanning 15 V; deze spanning kan binnen 5% nauwkeurig op de schaalverdeling van de regelpotentiometer R1 worden afgelezen. Voor zeer nauwkeurige meting kan de ingangsspanning met behulp van de Philips electronische voltmeter GM 6005 worden gemeten, door dit apparaat op de klemmen Bu1 en Bu2 aan te sluiten.

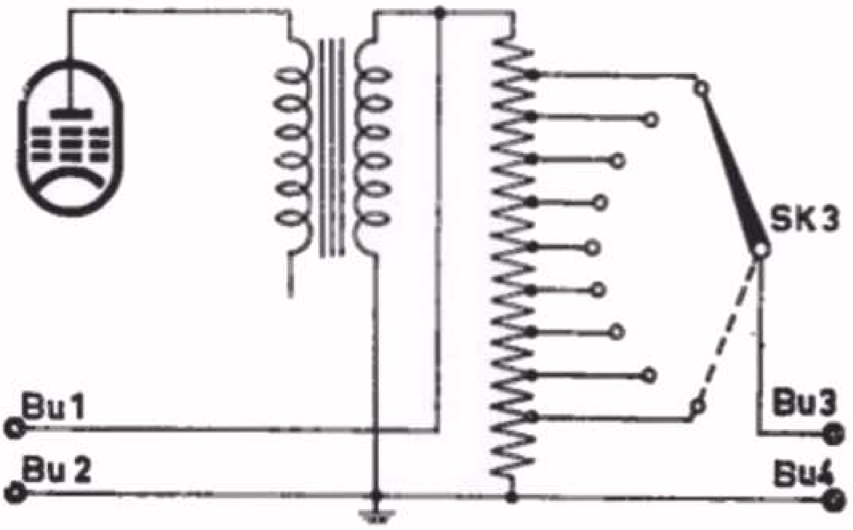
De uitgangsspanning van de verzwakker wordt van de klemmen Bu3 en Bu4 afgenomen. De over deze klemmen komende impedantie mag niet lager zijn dan 25000Ω. De uitgangsspanning van de verzwakker kan met knop SK3 in 9 trappen worden geregeld en bedraagt, afhankelijk van de stand van deze knop:1x, 3 x 10^{-1}, 10^{-1}, 3 x 10^{-2}, 10^{-2}, 3 x 10^{-3}, 10^{-3}, 3 x 10^{-4} respectievelijk 10^{-4} maal de ingangsspanning x).

Staat de omschakelknop SK 2 in de linker stand ("Asym"), dan zijn de ingangs- en uitgangsspanning van de verzwakker asymmetrisch t.o.v. aarde:

de aansluitklemmen Bu2 en Bu4 zijn in dat geval geaard. De hierbij ontstane schakeling van de eindtrap is in fig. 3 aangegeven.

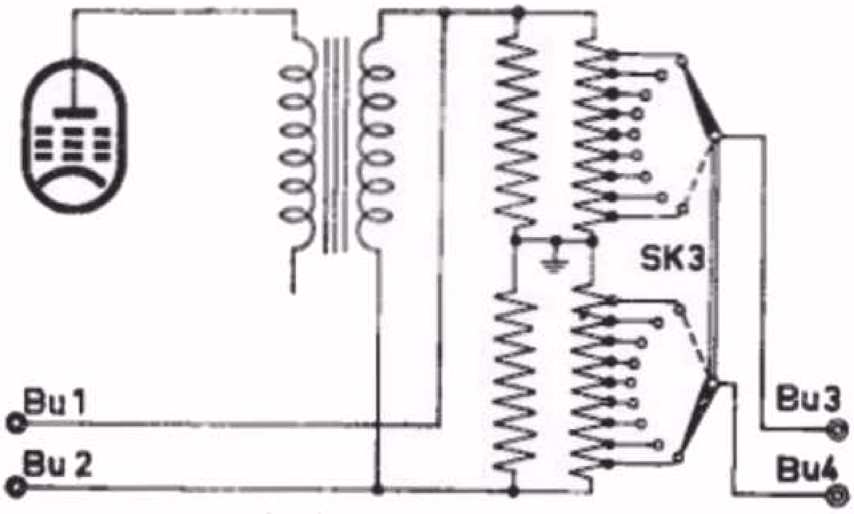
Zet men de omschakelknop SK2 in de rechter stand ("Sym"), dan is de spanning van de verzwakker symmetrisch t.o.v. aarde:

x) 10^{-1} = 0,1; 10^{-2} = 0,01; 10^{-3} = 0,001 en 10^{-4} = 0,0001.



Eindtrap van de GM 2307
SK1 in stand "verzwakker"
SK3 in stand "Asymmetrisch".
Fig. 3

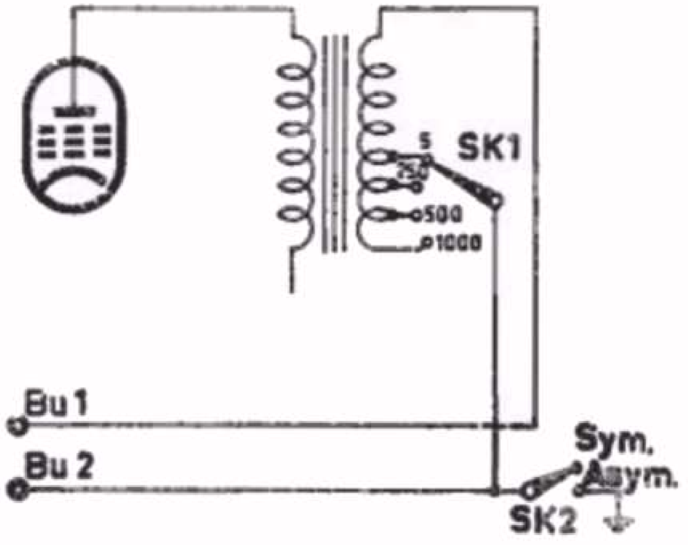
het electrische midden van de verzwakker is in dat geval geaard. Geen van de 4 klemmen Bu1 t/m Bu4 mag nu worden geaard of met een punt worden verbonden, dat een vaste potentiaal tegen aarde heeft. De hierbij ontstane schakeling is in fig. 4 aangegeven.



Eindtrap van de GM 2307
SK1 in stand "verzwakker"
SK3 in stand "Symmetrisch".
Fig. 4

Stand "2", "3", "4" en "5". Uitgangsimpedantie 1000Ω, 500Ω, 250Ω resp. 5Ω

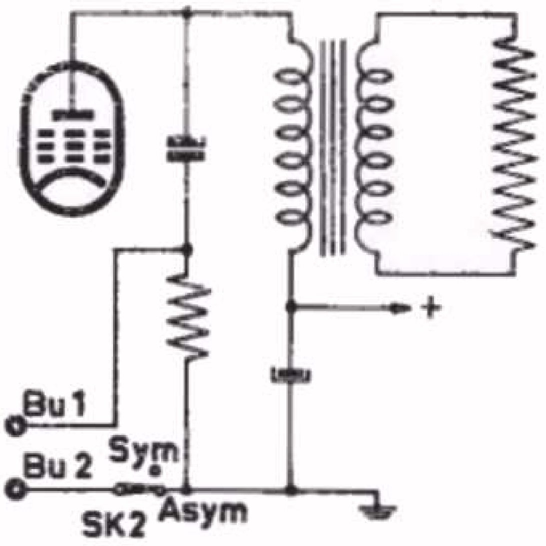
In deze standen van SK1 wordt de uitgangsspanning van de klemmen Bu1 en Bu2 afgenomen. De aansluitklemmen Bu3 en Bu4 zijn nu niet aangesloten.
De bij deze standen behorende belastingsweerstand moet hierbij tussen de klemmen Bu1 en Bu2 zijn aangesloten, daar anders vervorming van het LF signaal zou kunnen optreden.
De schakeling van de eindtrap is nu zoals aangegeven in fig. 5. De uitgangsspanning wordt met de regelpotentiometer R1 ingesteld. In stand "2" is de maximum uitgangsspanning, voor een belastingsweerstand van 1000Ω , 15 V. De uitgangsspanning kan van de schaal van R1 worden afgelezen. Voor de andere standen van SK1 dient deze aflezing met de volgende factoren te worden vermenigvuldigd:



Eindtrap van de GM 2307
SK1 in stand "1000Ω", "500Ω", "250Ω" of "5Ω".
Fig. 5

Stand "3" (500Ω) : ca. 0,67
Stand "4" (250Ω) : ca. 0,45
Stand "5" (5Ω) : ca. 0,06

In de linker stand van knop SK2 ("Asym") is de uitgangsspanning asymmetrisch t.o.v. aarde: klem Bu2 is in dat geval geaard. (zie fig. 5). In de rechter stand van knop SK2 ("Sym") is de spanning-leverende wikkeling van de uitgangstransformator geheel vrij van aarde. Zowel klem Bu1 als Bu2 mag in dat geval worden geaard. Ook kan de wikkeling in een keten worden opgenomen die een vaste potentiaal van max. 100 V tegen aarde heeft.



Eindtrap van de GM 2307
SK1 in stand voor hoge uitgangsspanning.

Fig. 6

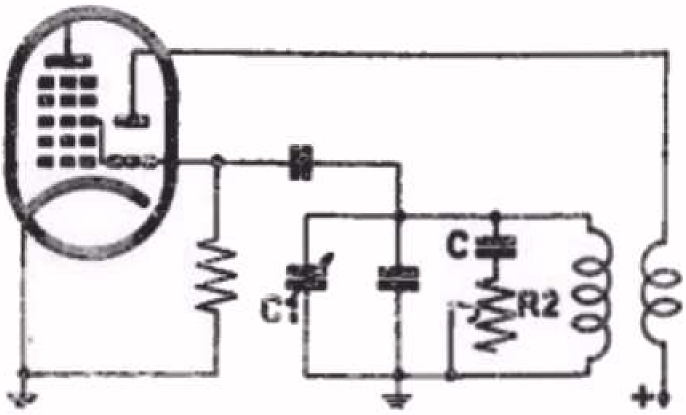
Stand "6". Hoge uitgangsspanning
In deze stand van SK1 is de schakeling van de eindtrap als in fig. 6 is aangegeven. Knop SK2 moet hierbij in stand "Asym" staan. De spanning wordt weer van de aansluitklemmen Bu1 en Bu2 (aarde) afgenomen. De tussen deze klemmen aan te sluiten impedantie moet ca. 100.000Ω bedragen. De uitgangsspanning wordt weer met de regelpotentiometer R1 ingesteld. De max. uitgangsspanning is nu ca. 50 V.

OPMERKING
Zoals uit de schema's van fig. 3, 4, 5 en 6 blijkt, zijn de uitgangsklemmen van de toongenerator in alle standen van de aanpassingsschakelaar SK1 voor gelijkstroom gesloten. Men mag deze klemmen dan ook

niet direct met 2 punten verbinden, waartussen een gelijkspanning staat; in zulk geval moeten scheidingscondensatoren van geschikte waarden worden tussengeschakeld.

Frequentie-ijking

Om een juiste frequentie-ijking, ook gedurende langere tijd, te kunnen garanderen, kan de frequentie van de HF generator G1 worden bijgeregeld. Fig. 7 geeft hiervan een detailschema. Door variatie van R2 wordt de condensator in meer of mindere mate parallel aan de afstemkring geschakeld. Met R2 kan op deze wijze de frequentie van G1 een weinig worden gevarieerd. Bij de frequentie-ijking worden de schaalwijzers van C1 en C2 op nul gezet. In deze positie moet de frequentie van beide generatoren gelijk zijn. Met R2 wordt nu de frequentie van G1 precies gelijk gemaakt aan die van G2.

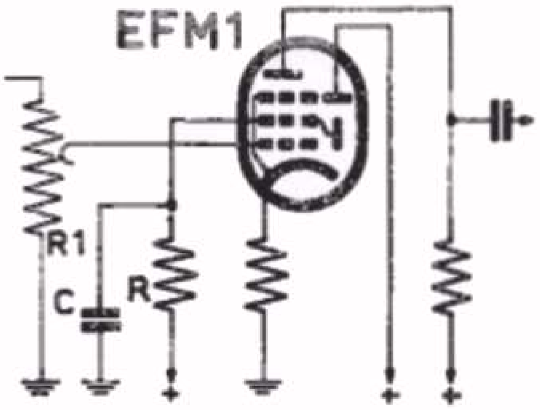


Detailschema van de HF generator G1.

Fig. 7

Nulindicatie

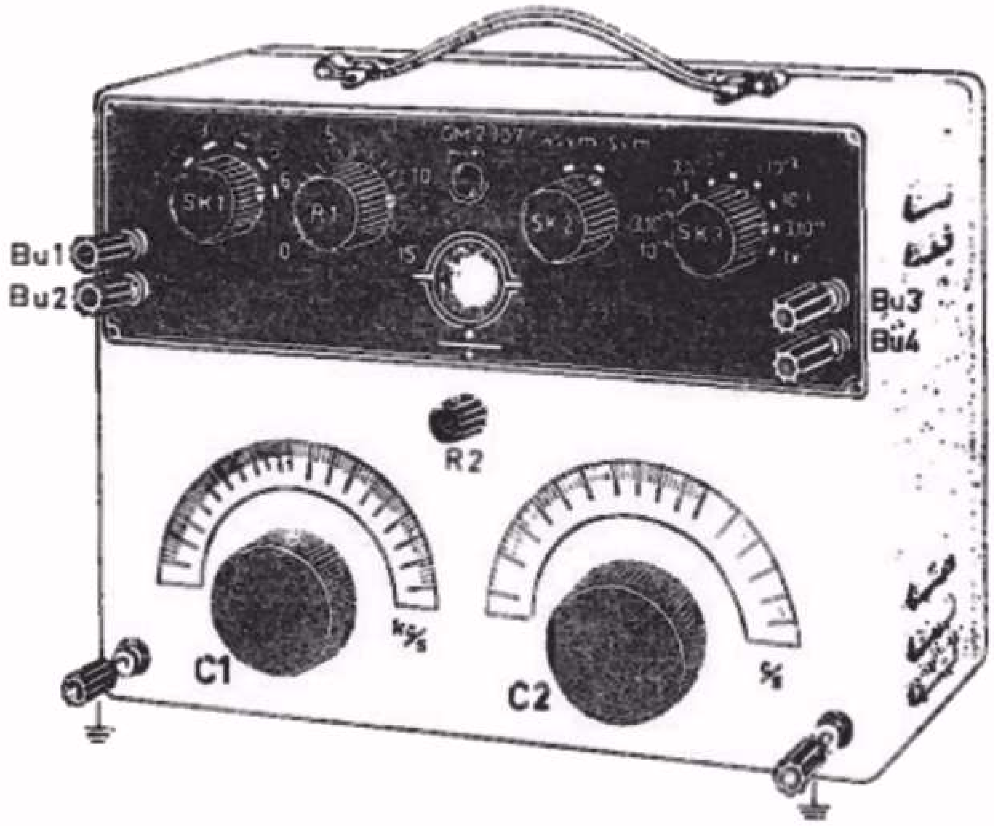
De bovengenoemde frequentie-ijking kunnen we niet op het gehoor doen, daar ons oor frequenties beneden ca. 15 Hz niet meer kan waarnemen. Daarom is in de GM 2307 een optische nulindicator ingebouwd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de eerste buis (EFM1) van de LF versterker B in fig. 2. Deze buis is een combinatie van een LF penthode en een afstemindicator. De werking hiervan zullen wij aan de hand van fig. 8 bekijken. De afbuigstaafjes van de afstemindicator (zie les 25, par. 108) zijn in de EFM1 verbonden met het schermrooster van het penthode-deel. Wanneer de spanning aan het schermrooster verandert, zullen de lichtsectoren van de afstemindicator in breedte variëren. Voor frequenties van ca. 15 Hz en hoger is het schermrooster door middel van de condensator C voldoende ontkoppeld, zodat dan de spanning aan het schermrooster constant blijft. Wordt de frequentie van de aan het stuurrooster toegevoerde spanning lager, dan zal de schermroosterspanning steeds meer met de frequentie variëren. (De ontkoppeling van C wordt steeds minder; zie les 16 par. 74). We zien nu de lichtsectoren van de afstemindicator bewegen, totdat de frequentie van de aan het stuurrooster toegevoerde spanning nul is geworden; dan staan de lichtsectoren weer stil. Hierdoor is een zeer nauwkeurige indicatie van de frequentiegelijkheid van G1 en G2 verkregen.



Detailschema van de nulindicator.

Fig. 8

Fig. 9 geeft tenslotte een vooraanzicht van de GM 2307, waarop alle bedieningsknoppen en aansluitklemmen zijn aangegeven.



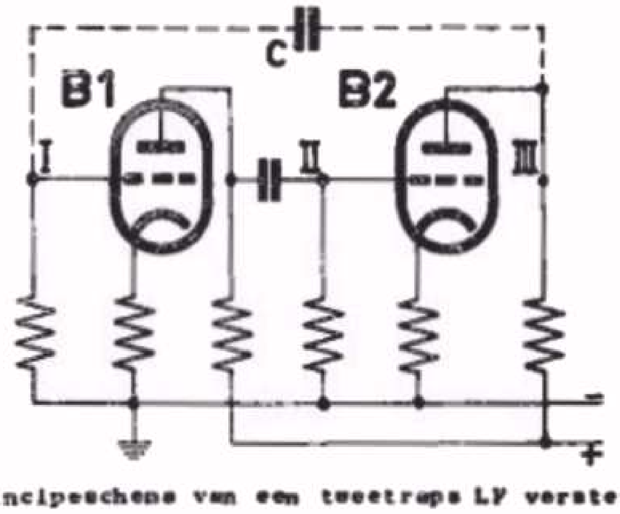
Vooraanzicht van de GM 2307
C1 - Instelling frequentie bereik 0 - 15.000 Hz
C2 - Instelling frequentie bereik 0 - 1000 Hz
R1 - Regelpotentiometer
R2 - Frequentie-ijking
SK1 - Keuzeschakelaar voor d. aanpassing
SK2 - Omschakelaar voor symmetrische of asymmetrische uitgangsspanning.
SK3 - Stappenverzwakker.

Fig. 9

111. De Philips Toongenerator GM 2315

Onder het typenummer GM 2315 wordt door Philips een eenvoudige toongenerator in de handel gebracht. Dit type heeft minder goede eigenschappen dan de GM 2307, doch is voor de Service Werkplaats nog zeer goed bruikbaar.

De schakeling is die van een zogenaamde RC-generator. Hoewel een volledige verklaring van deze schakeling te ver zou voeren, willen wij aan de hand van een paar figuren trachten een beeld van de werking te geven. Daartoe gaan wij uit van fig. 10. Wij nemen aan dat in punt I, dus aan het stuurrooster van B1, een wisselspanning aanwezig is. Uit les 23, par. 102 weten wij dat in punt II een wisselspanning ontstaat die met de spanning in punt I in tegenfase is. De wisselspanning in punt III zal weer in tegenfase zijn met die in punt II; dus gelijk in fase zijn met die in punt I. Verbinden wij nu de punten III en I

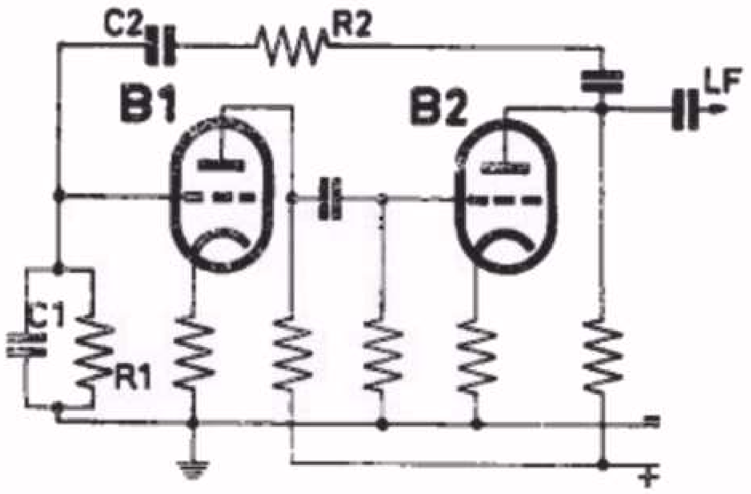


Principeschema van een tweetraps LF versterker. Door het aanbrengen van de koppelcondensator C kan men de schakeling laten oscilleren.

Fig. 10

door middel van een condensator C, dan zal een deel van de spanning in punt III teruggevoerd worden naar punt I en de daar reeds aanwezige wisselspanning versterken. Wij hebben op deze wijze een positieve terugkoppeling verkregen (zie les 17 par. 78), en de schakeling zal oscilleren. De frequentie waarin dit gebeurt, kan velerlei zijn; voor ons doel is deze schakeling dan ook onbruikbaar. Wanneer we echter in de terugkoppelleiding een serieschakeling van R en C en tussen het stuurrooster van B1 en aarde een parallelschakeling van R en C opnemen, dan krijgen we oscilleren in een bepaalde frequentie (zie fig. 11). Nemen wij R1 = R2 en C1 = C2, en noemen we deze waarden R en C, dan kan men bewijzen dat de opgewekte frequentie gelijk is aan

$$f = \frac{1}{6,28 \times R \times C}$$



Principe van een RC generator.
Als R1 = R2 = R en C1 = C2 = C, dan is de opgewekte frequentie gelijk aan:

$$f = \frac{1}{6,28 \times R \times C}$$

waarin C in µF en R in MΩ is uitgedrukt.

Fig. 11

Door variatie van de waarden van R of C zijn we nu in staat deze frequentie binnen ruime grenzen te variëren. Bij de GM 2315 is voor C1 - C2 een tweevoudige afstemcondensator genomen. De waarden van R1 en R2 worden met een omschakelaar in stappen gevarieerd.
Om de vervorming laag te houden en de uitgangsspanning over het gehele frequentiebereik constant te houden, moeten nog enige maatregelen worden genomen. Deze zullen wij echter hier niet verder bespreken.

In fig. 12 is een afbeelding van de GM 2315 weergegeven.

De eigenschappen van deze toongenerator zijn de volgende:

Frequentiebereik: 20 - 200 Hz, 200 - 2000 Hz en 2000 - 20.000 Hz.
In te stellen met SK2 en C1 - C2.

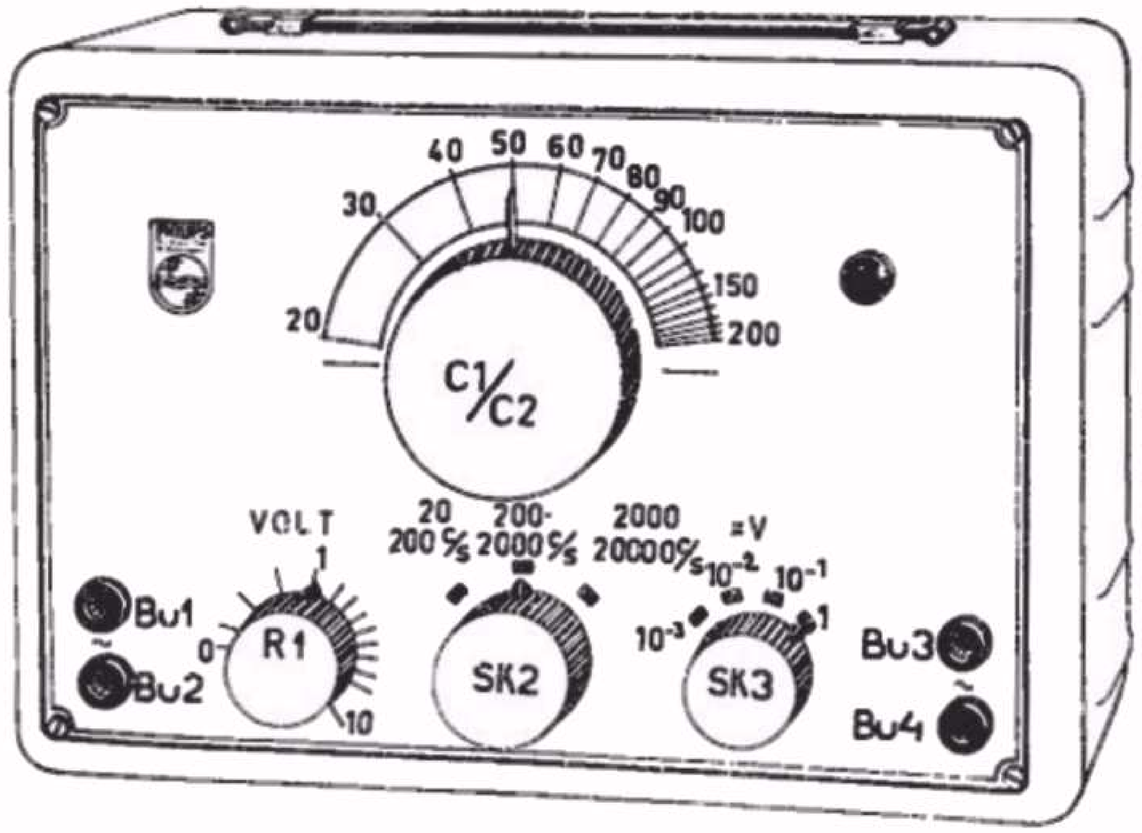
Frequentienauwkeurigheid: Beter dan 7 %.

Uitgangsspanning: Maximum ca. 10 V, regelbaar met

a. De stappenverzwakker SK3 met standen x 10^{-3}; x 10^{-2}; x 10^{-1} en x 1.

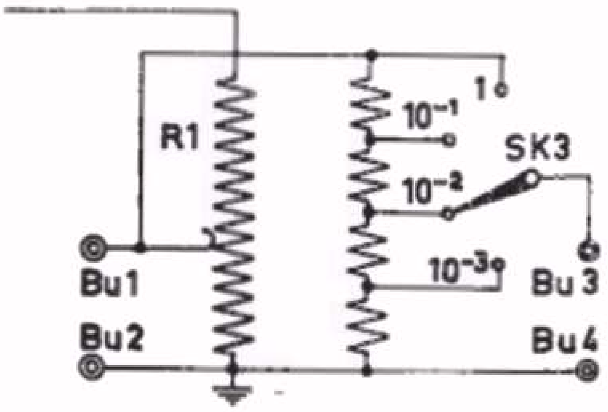
b. De continuregelaar R1 met een schaalverdeling 0 - 10 (deze schaalverdeling dient alleen ter orientatie).

De schakeling van SK3 en R1 is in fig. 13 weergegeven.



Vooraanzicht van de GM 2315
C1/C2 - variabele condensator voor instelling van de frequentie
SK2 - omschakelaar voor 3 frequentiebereiken (verandering van de waarden van R1 en R2).
R1 - amplituderegelaar
SK3 - stappenverzwakker.

Fig. 12



Schakeling van R1 en SK3 in de GM 2315.

Fig. 13

Vervorming: minder dan 0,5 % voor frequenties van 100 - 20.000 Hz.
minder dan 1 % bij 35 Hz.

Constantheid van de uitgangsspanning:
Binnen 20 % voor het gebied 40 - 200 Hz.
Binnen 5 % voor het gebied 200 - 2000 Hz.
Binnen 10 % voor het gebied 2000 - 20000 Hz.

SAMENVATTING

1. Voor het vlot opsporen van bepaalde fouten in LF schakelingen is een toongenerator een onmisbaar instrument.

2. Wij onderscheiden twee typen toongeneratoren:
   a. De toongenerator die op het superheterodyne principe berust.
   b. De RC-generator.

3. De toongenerator GM 2307 berust op het superheterodyne principe. Met behulp van een afstemindicator is een zeer nauwkeurige frequentie-ijking mogelijk.

4. De toongenerator GM 2315 berust op het principe van de RC-generator.
   Hoewel minder nauwkeurig dan de GM 2307 is de GM 2315 zeer goed bruikbaar in de Service Werkplaats.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Als in een ontvanger met het schema van fig. 14 in les 17 de condensator C19 kortsluiting vertoont, wat zult U dan bemerken?

2. Als in dezelfde ontvanger een van de secondaire wikkelingen van 285 V onderbroken is, wat zult U dan bemerken?

3. Een ontvanger met het bovengenoemde schema geeft slechts zeer zachte ontvangst en een ijl klinkend geluid. Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

4. Als dezelfde ontvanger een zeer zachte ontvangst geeft, doch de geluidskwaliteit goed is, wat kan dan de oorzaak van de klacht zijn ?

In de gevallen van de vraagstukken 3 en 4 is door buizenwisseling reeds geconstateerd dat de klacht niet wordt veroorzaakt door de buizen.

112. Het afregelen (trimmen) van een ontvanger.

Zoals reeds in par. 79 van les 17 in het kort werd vermeld, geschiedt de afstemming van de kringen gelijktijdig met een meervoudige afstemcondensator. Aangezien over de verschillende kringen diverse bedradings- en buiscapaciteiten staan, worden parallel aan de afstemkringen trimmers geschakeld, waarmede de capaciteit wordt afgeregeld op de voor de gelijkloop van de kringen vereiste waarde.

In de superheterodyne-ontvanger moeten bovendien de H.F.- en oscillatorkringen zo zijn afgeregeld, dat de verschilfrequentie zo goed mogelijk gelijk is aan de middenfrequentie.

De ontvangtoestellen zijn bij aflevering reeds volledig getrimd. Zodra echter een onderdeel in het afstemkringgedeelte defect raakt, en dus door een nieuw vervangen moet worden, dienen de kringen opnieuw te worden ingesteld. Men zou kunnen zeggen dat dit alleen met de kring, waarvan het vervangen onderdeel deel uitmaakt, behoeft te geschieden. De kringen werken echter in zo nauw verband met elkander, dat het dan toch aanbeveling verdient, de ontvanger voor het betreffende frequentiebereik,eventueel plus M.F. kringen,opnieuw af te regelen. Hierbij komt nog dat het altijd mogelijk is, dat de afstemkringen na verloop van jaren enigszins ontregeld zijn, zodat men dikwijls na het opnieuw trimmen tot verrassende resultaten komt. De gevoeligheid en de selectiviteit van het toestel kan soms belangrijk verbeterd zijn.

In les 18, par. 80, is reeds verteld dat voor het trimmen de volgende apparatuur nodig is:

1. Een service-oscillator die een gemoduleerd H.F. signaal levert, waarvan de frequentie en de sterkte naar wens kunnen worden ingesteld.
2. Een L.F. wisselspanningsmeter om de uitgangswisselspanning te meten.
3. Een trimtransformator, zodat de L.F. wisselspanningsmeter op de extra luidsprekerbussen van de ontvanger kan worden aangesloten.
4. Enig trimgereedschap (schroevedraaier en dopsleutel van geisoleerd materiaal) voor de afregeling van de trimmers.

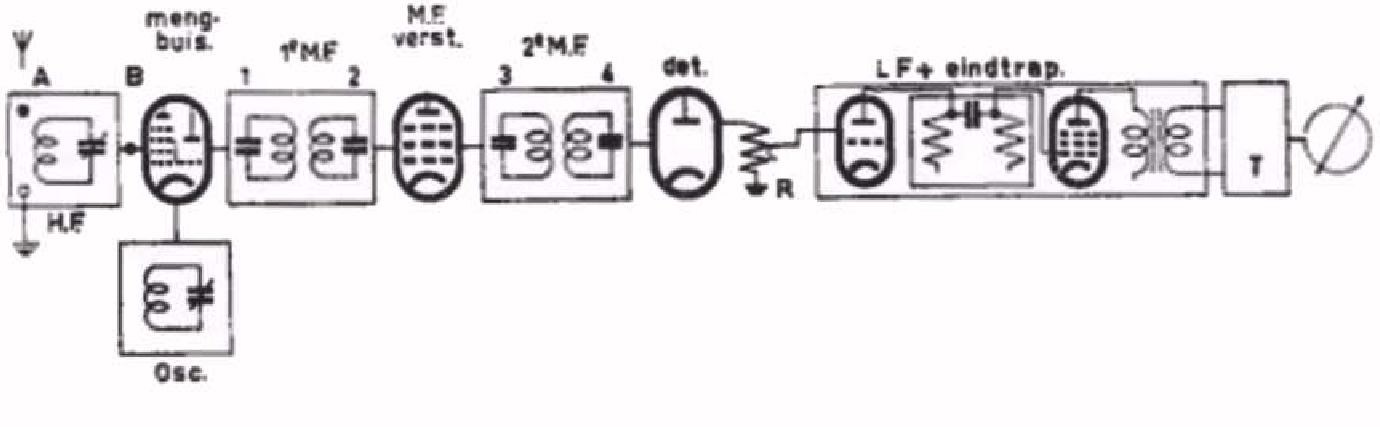
I.M.F. kringen

Aangezien in de superheterodyne-ontvanger de frequenties van de ontvangen H.F. signalen in de mengbuis herleid worden tot dezelfde middenfrequentie, is het een eerste vereiste dat de M.F. kringen goed zijn afgestemd. De selectiviteit van het ontvangtoestel wordt immers in de eerste plaats bepaald door de M.F. bandfilters. Bovendien hebben de meng- en M.F.trappen het grootste aandeel in de totale versterking van de ontvanger, en ook deze versterking is weer afhankelijk van het feit dat de M.F. kringen goed zijn ingesteld. Bij het afregelen van de ontvanger wordt dan ook begonnen met de M.F. kringen. Deze kringen maken meestal deel uit van twee M.F. bandfilters, die gescheiden zijn door een penthode-versterkbuis.

De kringen zijn magnetisch met elkander gekoppeld. In les 10, par. 55, is behandeld dat de kringen dan elkander beinvloeden. Deze invloed kan zo groot zijn dat de resonantiekromme van het bandfilter zelfs twee toppen kan vertonen (overcritische koppeling). In verband met deze wederzijdse beinvloeding van de kringen dienen bij het trimmen bepaalde maatregelen te worden getroffen.

a. Daarom werd bij vele apparaten een van beide kringen van het bandfilter zodanig verstemd (door een condensator van ca. 80 pF) of gedempt (door een weerstand van 20-100 kΩ), dat de invloed van deze kring op de andere af te regelen kring verwaarloosbaar is.
   Het M.F. trimprocédé was dan als volgt:
   De vierde kring verstemmen of dempen, de derde kring trimmen
   De derde kring verstemmen of dempen, de vierde kring trimmen
   De tweede kring verstemmen of dempen, de eerste kring trimmen
   De eerste kring verstemmen of dempen, de tweede kring trimmen
   Deze trimmethode is inderdaad voor alle apparaten bruikbaar, maar omslachtig. Daarom is sinds een paar jaar een andere methode ingevoerd.

b. *Hierbij wordt begonnen met alle M.F. kringen volkomen te verstemmen door het bijna geheel uitdraaien van de 'Ferroxcube' kernen*. Daarna worden respectievelijk de vierde, derde, eerste en tweede kring afgeregeld. Extra demping of verstemming is hierbij niet nodig, waardoor het trimmen veel eenvoudiger en tijdbesparend wordt.
   Bij deze methode mag een kring maar eenmaal op maximum worden afgeregeld, d.w.z. is de derde kring afgeregeld, dan mag niet meer aan de kern van de vierde kring worden gedraaid. Het zelfde geldt voor het andere bandfilter. De kernen worden na het afregelen met lak of was verzegeld.
   In sommige apparaten is het nog nodig de derde kring opnieuw bij te regelen; dit wordt dan echter in de service-documentatie vermeld.
   De gang van zaken bij het instellen van de M.F. kringen is nu als volgt:
   1. De service-oscillator, ingesteld op de middenfrequentie van het af te regelen toestel, via een condensator van ca. 30.000



Blokschema van een superheterodyne-ontvanger, waarop via een trimtransformator een wisselspanningsmeter is aangesloten.

Fig. 1

op aansluiten op het ingangsrooster van de mengbuis (Punt B in fig. 1). *)

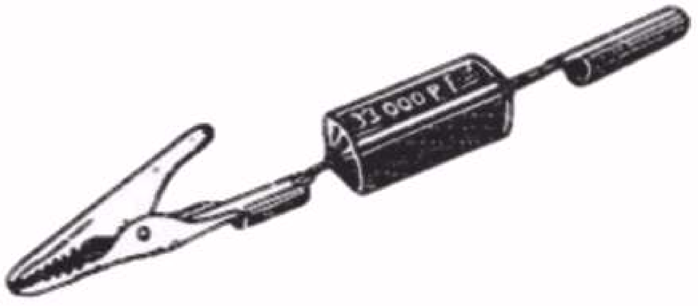
2. De wisselspanningsmeter via de trimtransformator aansluiten op de extra luidsprekerbussen van de ontvanger.

3. De potentiometer voor de geluidssterkte-regeling van het ontvangtoestel op 'maximum' zetten.

4. De golfbereikschakelaar en de afstemcondensator worden in een zodanige stand geplaatst dat de oscillatorfrequentie zo ver mogelijk verwijderd is van de middenfrequentie. In de meeste apparaten komt dit erop neer, dat de golfbereikschakelaar in de M.G.-stand (middengolf) en de afstemcondensator op minimum capaciteit wordt gezet. Men zou uit deze overweging de golfbereikschakelaar in de stand K.G. kunnen plaatsen. In dat geval is de oscillatorfrequentie immers nog verder verwijderd van de middenfrequentie. Men heeft dan echter het nadeel dat de afstemspoel van de H.F. kring practisch een kortsluiting vormt voor de uitgangstrap van de service-oscillator.

5. De ijzerkernen van de M.F. spoelen bijna geheel uitdraaien.

6. De M.F. kringen, door indraaien van de ijzerkernen van de spoelen, in onderstaande volgorde op maximum uitslag van de wisselspanningsmeter trimmen.
   4e kring
   3e kring
   1e kring
   2e kring



Schets van een practische uitvoering van een koppelcondensator voor de aansluiting van de service-oscillator op het stuurrooster van de mengbuis.

Fig. 2

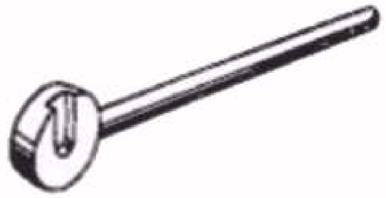
---

*) Men kan hiervoor het eenvoudigste een condensator gebruiken, waarbij aan de ene aansluitdraad een krokodilleklem wordt gesoldeerd en aan de andere aansluitdraad een stekerbus, die op de stekerpen van de uitgangskabel van de service oscillator past (fig. 2).

II. Oscillator- en H.F. kringen

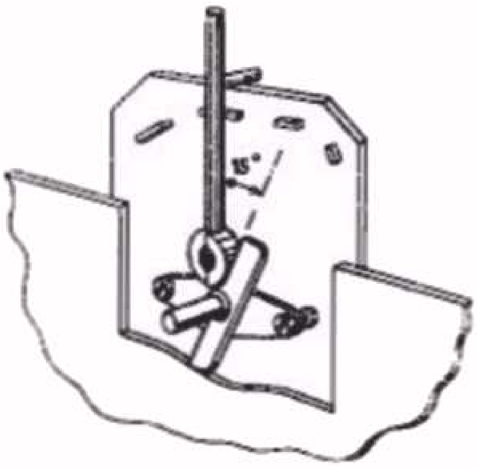
Nu de M.F.bandfilters zijn afgeregeld, komen de H.F.- en oscillatorkringen aan de beurt. Aangezien deze kringen voor elk golfgebied verschillend zijn, zal het afregelen per golfgebied moeten gebeuren.

Voor de instelling van de kringen komen gewoonlijk 2 trimfrequenties in aanmerking, en wel die overeenkomen met de punten II en III van fig. 6 in les 21 (dit is de les waarin de paddingkromme is behandeld).
Aangezien de vorm van de paddingkromme grotendeels door de keuze van de trimfrequenties wordt bepaald, moeten hiervoor de waarden, door de toestelfabrikant in de service-documentaties aangegeven, nauwkeurig worden aangehouden.
Het trimpunt dat beneden in het golfgebied ligt (punt II) kwam in de oudere apparaten overeen met een draaihoek van 15° van de variabele condensator. *)
In de tegenwoordige apparaten ligt dit punt bij een draaihoek van ca 7 1/2°, d.w.z. geheel aan het begin van de schaal.
Nu moeten we nog in het oog houden dat bij het trimmen van de kringen ook de stationsnamenschaal klopt, d.w.z. dat de wijzer bij afstemming op een bepaalde zender steeds op de goede plaats komt te staan. Daarom zijn de namenschalen van de tegenwoordige ontvangapparaten voorzien van een merkteken, waarvan de plaats overeenkomt met de minimum stand van de variabele condensator. In deze stand wordt dus de wijzer ingesteld. Dit punt valt echter tevens samen



15° mal voor het trimmen van de H.F.- en oscillatorkringen.

Fig. 3



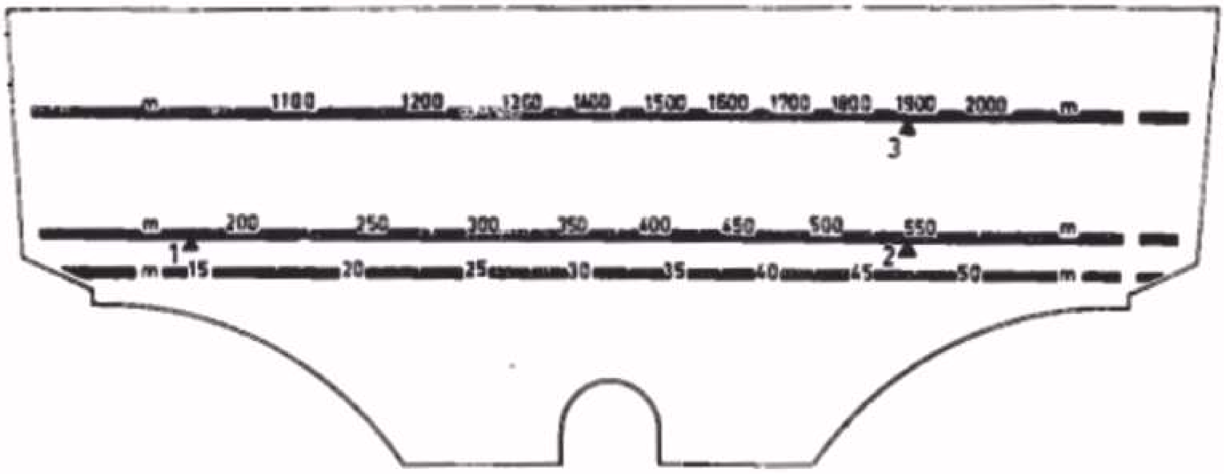
15° mal op de variabele condensator aangebracht.

Fig. 4

met het trimpunt beneden in het golfgebied. Ter illustratie is in fig. 5 een voorbeeld van een stationsnamenschaal met de merkpunten weergegeven.

---

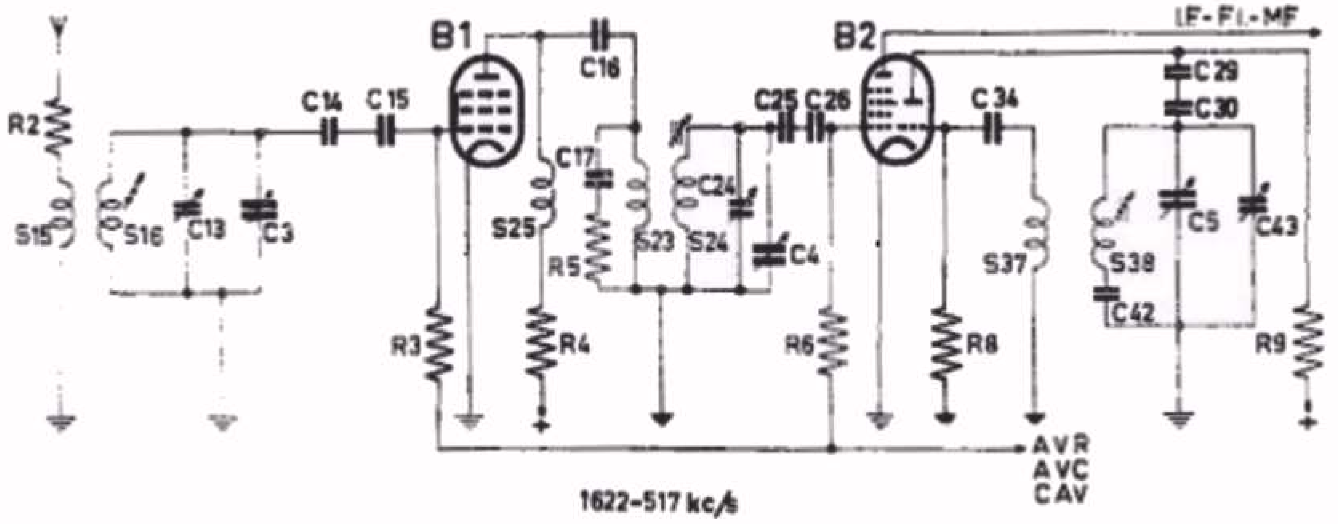
*) Hierbij maakt men gebruik van een z.g. 15° mal (fig. 3). Deze mal wordt aan de voorzijde van de condensator op een pen geschoven, waarna de condensator wordt ingedraaid tot hij tegen de mal stuit. De condensator heeft dan een draaihoek van 15° (zie fig 4).



Voorbeeld van een stationsnamenschaal met merktekens voor de trimfrequentie.

Fig. 5

Voor het afregelen van de kringen gaan we nu als volgt te werk (wij gaan bij deze beschrijving uit van fig. 10 in les 24, waarvan wij het schema voor het middengolfgebied voor het gemak in fig. 6 nogmaals afbeelden). Het door de service-oscillator opgewekte H.F. signaal (30% gemoduleerd) wordt via de kunstantenne (zie les 18) aan de antennebus van het ontvangtoestel toegevoerd. (overeenkomend met punt A in fig. 1). Bij toestellen met een raamantenne of



Schema voor het middengolfgebied van het ontvangtoestel van fig.10 les 24.

Fig. 6

een 'Ferroceptor' antenne geschiedt de koppeling van de service-oscillator met het toestel op een andere wijze; hierop komen wij verder in de tekst terug.
Het toestel wordt voor het betreffende golfgebied ingeschakeld. Nu wordt eerst de wijzer bij de minimum stand van de afstemcondensator op het trimpunt 1 ingesteld.

Daarna wordt een gemoduleerd signaal van de service-oscillator, ingesteld op een frequentie van 547 kHz, via de kunstantenne aan de antennebus toegevoerd en de wijzer met behulp van de afstemknop op het trimpunt 2 gebracht. Nu worden de ijzerkernen van S38, S24 resp.

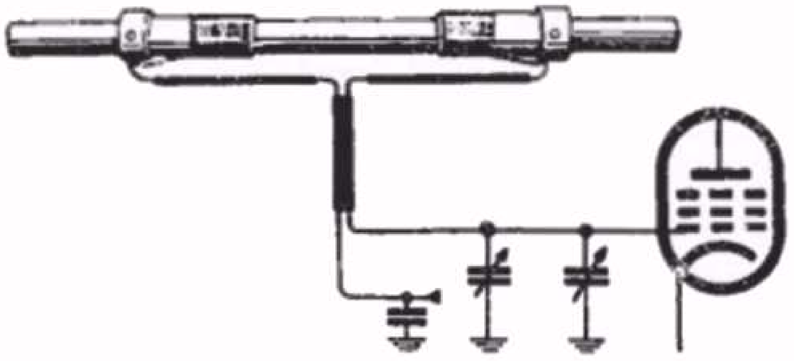
S16 ingedraaid tot een maximum uitslag op de wisselspanningsmeter wordt waargenomen. Aangezien bij de superheterodyne ontvanger de afstemming wordt bepaald door de oscillatorkring (zie les 21), moet deze kring het eerst worden ingesteld; in dit voorbeeld S38.
Daarna wordt de wijzer met behulp van de afstemknop op het trimpunt 1 gebracht, dat aan de andere kant van het golfgebied ligt. Er wordt wederom een gemoduleerd signaal via de kunstantenne aan de antennebus toegevoerd waarvan de frequentie nu 1630 kHz bedraagt. De trimmers C43, C24 en C13 worden nu achtereenvolgens geregeld, zodat een maximum uitslag van de wisselspanningsmeter wordt verkregen. Tenslotte worden de instellingen op 547 kHz en 1630 kHz herhaald, waarna de kernen en de trimmers worden afgelakt.

III. H.F. kringen met raamantenne

Tegenwoordig zijn vele ontvangers voorzien van een raamtenne. In dat geval moet het gemoduleerde signaal van de service-oscillator via een koppelraam aan het ontvangtoestel worden toegevoerd. Dit raam kan worden gemaakt van 2 windingen (diameter ca 30 cm) van geïsoleerd draad. Het koppelraam wordt aangesloten op de uitgang van de service-oscillator en los gekoppeld met het raam van de ontvanger (afstand ca 10 cm). De koppeling moet niet te vast zijn, omdat anders verstemming van de antennekring optreedt. Overigens gelden hiervoor dezelfde trimvoorschriften als voor de kringen met een normale antenne.

IV. H.F. kringen met 'Ferroceptor' antenne

Verschillende ontvangers van het laatste jaar zijn voorzien van een z.g. 'Ferroceptor' antenne. Deze antenne bestaat uit een 'Ferroxcube' staaf waarop zich een afstemspoel bevindt. (zie fig.7)
Aangezien deze 'Ferroxcube' staaf met de spoel deel uitmaakt van de antennekring, en hierdoor grote kans bestaat op parasitaire verstemming van de kring, gelden hiervoor enigszins afwijkende trimvoorschriften. De volgorde van trimmen is hierbij als volgt:



'Ferroxcube' staaf met spoel van de 'Ferroceptor' antenne.

Fig. 7

Eerst worden de oscillatorkringen afgestemd, waartoe het gemoduleerde signaal van de service-oscillator via een capaciteit van 33.000 pF aan het ingangsrooster van de mengbuis wordt toegevoerd (dus niet aan de antennebus zoals hiervoor is beschreven). Na het trimmen van de oscillatorkringen, wordt het signaal verplaatst naar de antennebus en toegevoerd via een capaciteit van 30 à 125 pF (de juiste waarde wordt steeds in de betreffende service-documentatie vermeld). Nu

worden de trimmers en/of de kernen van de spoelen van de H.F. kringen op dezelfde wijze als hiervoor is beschreven ingesteld.

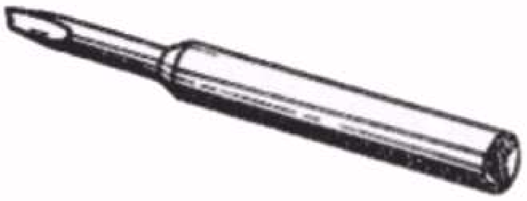
V. M.F. antennefilter

Zoals reeds in les 23 paragraaf 101 is beschreven, bevindt zich meestal in de antennetrap een M.F. filter,dat voorkomt dat ongewenste spanningen met de middenfrequentie inhet ontvangtoestel doordringen.
Voor het afregelen van deze kring wordt door middel van de serviceoscillator een sterk M.F. signaal, via de kunstantenne, aan de antennebus toegevoerd. De betreffende kring wordt nu zodanig ingesteld, dat de uitgangsspanningsmeter een *minimum* uitslag vertoont (het eerste minimum vanaf de uitgedraaide kernstand bij een spoel of vanaf de uitgedraaide trimmerstand bij een instelcondensator). Meestal dient bij deze instelling de golfbereikschakelaar in de stand M.G. of L.G.te staan en de afstem-condensatorop maximum resp. minimum capaciteit.

Enige algemene opmerkingen

Uit de practijk blijkt, dat men dikwijls opziet tegen het trimmen van een ontvangtoestel. Het is echter geen moeilijk werk, mits men de instellingen systematisch en met zorg uitvoert. De beschrijving in deze les bevat slechts algemene richtlijnen. Voor verschillende ontvangtoestellen kunnen afwijkingen ten opzichte van deze richtlijnen voorkomen. Men doet daarom verstandig de voor elk type ontvangtoestel door de fabrikant verstrekte voorschriften nauwkeurig op te volgen.
Als men de kringen opnieuw moet trimmen, dient eerst de zegelwas te worden verwijderd. Deze was kan in koude toestand met behulp van een schroevedraaier gemakkelijk worden verwijderd. Men mag dit niet door middel van verhitting doen, aangezien men dan de kans loopt dat de kernhouder van de spoel wordt beschadigd.

Voor het instellen make men gebruik van een schroevedraaier van geisoleerd materiaal (zie fig. 8) en een dopsleutel van geisoleerd materiaal (zie fig. 9). Met de schroevedraaier kunnen de kernen en sommige trimmercondensatoren worden ingesteld, de z.g. luchttrimmers (fig. 19 les 8) worden met de dopsleutel bediend.



Trimschroevedraaier van geisoleerd materiaal.

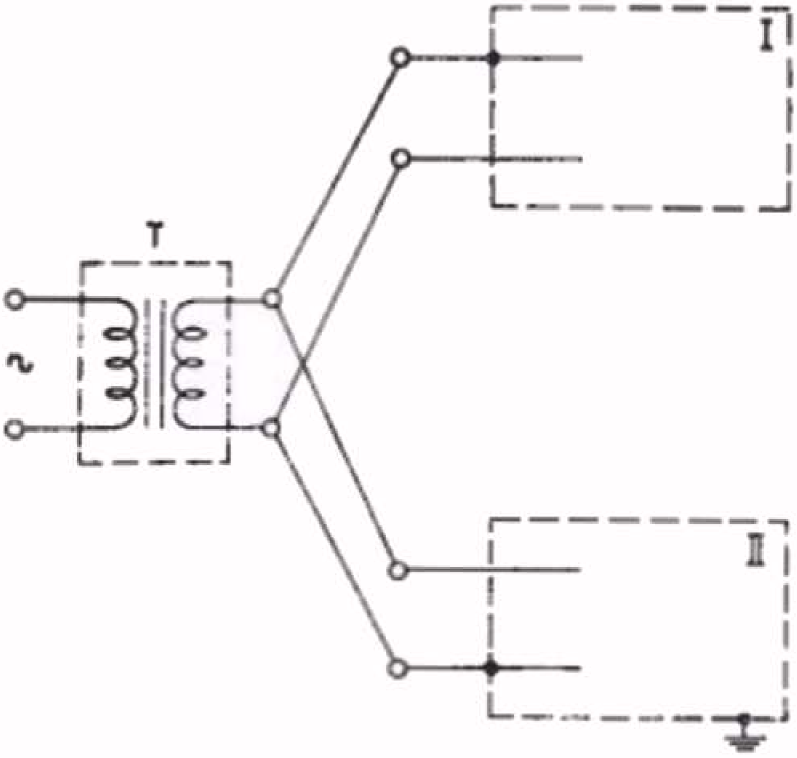
Fig. 8

Trimdopsleutel van geisoleerd materiaal.

Fig. 9

Als een U-apparaat (voor gelijkstroom/wisselstroom voeding) moet worden getrimd, dient dit steeds via een scheidingstransformator op het wisselspanningsnet te worden aangesloten. Een scheidingstransformator is een transformator met hoge isolatieweerstand tussen de primaire en de secundaire wikkeling en waarvan de secundaire wikkeling niet geaard is. Gebruikt men een dergelijke transformator niet, dan heeft men kans dat het chassis spanning voert ten opzichte van aarde, waardoor aanraking van het chassis levensgevaarlijk zou zijn. Bij gebruik van een transformator waarvan de secundaire niet geaard is, kan men het chassis direct aarden.

Wanneer men 2 of meer apparaten op dezelfde tussentransformator aansluit, moet men ervoor zorgen dat beide chassis aan dezelfde kant van de secundaire wikkeling worden aangesloten; dus *niet* zoals in fig. 10 is aangegeven. In deze figuur heeft het chassis I spanning ten opzichte van aarde. Indien ook dit chassis geaard wordt, is de transformator kortgesloten.



Onjuiste aansluiting van 2 U-apparaten op een scheidingstransformator.

Fig. 10

Heeft men een universeel meetapparaat type GM4257 in de werkplaats, dan kan het betreffende toestel daarop worden aangesloten (zie les 20, paragraaf 90-1h).

Is uitsluitend een gelijkstroomnet aanwezig, dan dient men met een spanningszoeker te controleren of het chassis onder spanning staat. Is het laatste het geval dan moet de netsteker worden omgedraaid.

Tenslotte vindt U in de volgende paragraaf een voorbeeld van een trimvoorschrift zoals dit in de service-documentatie wordt gegeven.

113. Trimvoorschrift van de superheterodyne-ontvanger van fig.11

A. *M.F. bandfilters*

1. Variabele condensator op minimum capaciteit.
2. Golfgebiedschakelaar op M.G.
3. Volumeregelaar op maximum geluidssterkte.
4. Toonregelaar op 'dof'.
5. Radio-PU schakelaar op radio.
6. Voltmeter via trimtransformator aansluiten op extra luidsprekerbussen.
7. IJzerkernen der M.F. bandfilters bijna geheel uitdraaien.
8. Gemoduleerd signaal van 452 kHz via een condensator van 33000 pF toevoeren aan g1 van B1.
9. Afregelen op maximum uitslag van de meter volgens onderstaande tabel.

   4e M.F. kring S21-S22-C26
   3e M.F. kring S19-S20-C25
   1e M.F. kring S15-S16-C21
   2e M.F. kring S17-S18-C22

10. IJzerkernen aflakken.

B. *M.F. Sperkring*

1. Variabele condensator op minimum capaciteit.
2. Golfgebiedschakelaar op M.G.
3. Volumeregelaar op max. geluidssterkte.
4. Toonregelaar op 'dof'
5. Radio-PU schakelaar op radio.
6. Voltmeter via trimtransformator aansluiten op extra luidsprekerbussen.
7. Kern van S26 bijna geheel uitdraaien.
8. Gemoduleerd signaal van 452 kHz via normale kunstantenne toevoeren aan de antennebus.
9. S26 trimmen op *minimum* uitgangsspanning op eerste minimum vanaf uitgedraaide kernstand.
10. Kern aflakken.

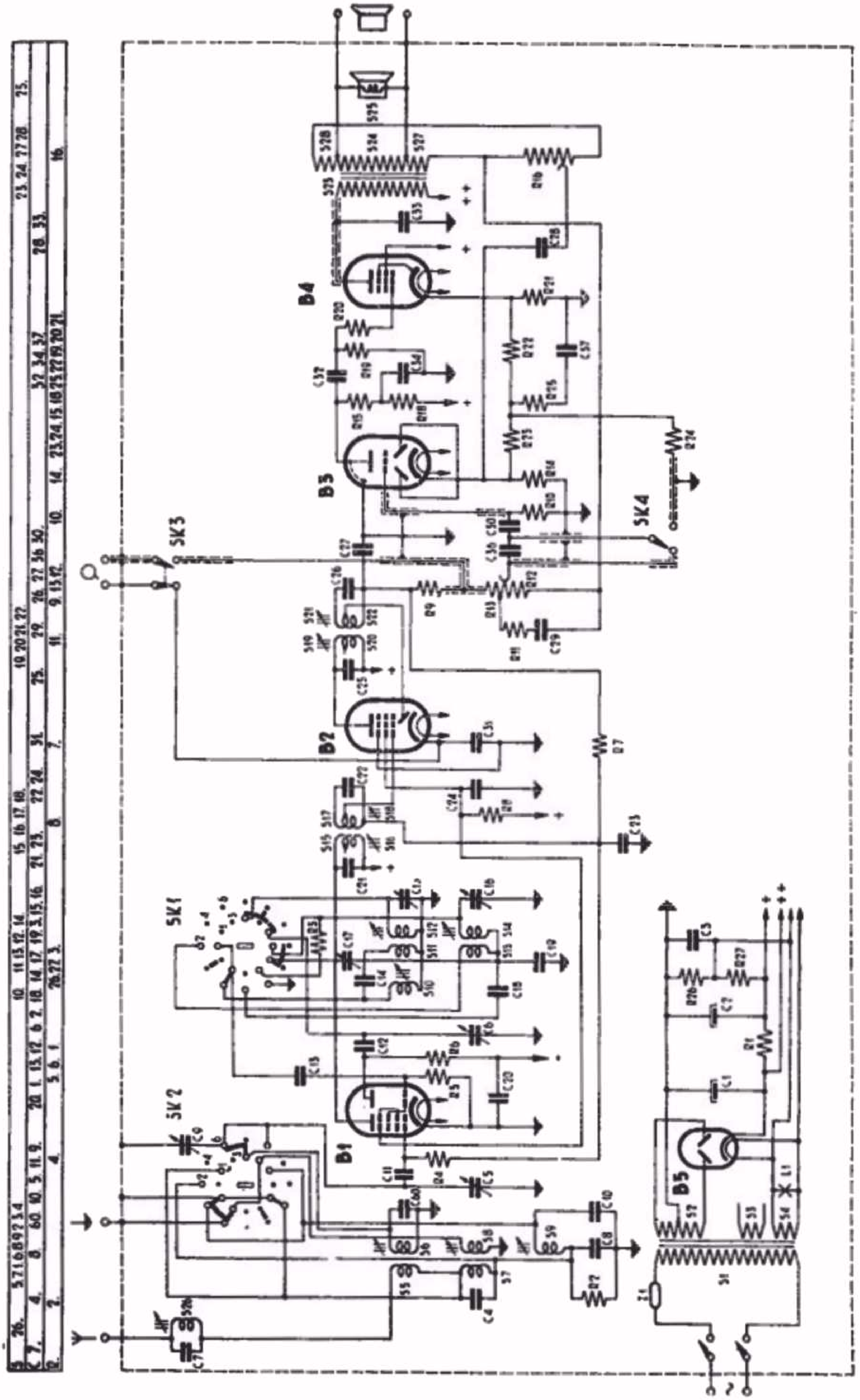
C. *H.F. en Oscillatorkringen*

Het afregelen geschiedt met behulp van trimpunten op de schaal. Alvorens met afregelen te beginnen, moet de wijzer bij minimum stand van de condensator op het meest linkse trimpunt van de schaal ingesteld worden.
Voor alle golfgebieden geldt:

1. Volumeregelaar op maximum.
2. Toonregelaar in stand 'dof'.
3. Radio-PU schakelaar op radio.
4. Voltmeter via trimtransformator op extra luidsprekerbussen aansluiten.

Afregelen volgens onderstaande tabel, waarbij de aangegeven volgorde moet worden aangehouden.

1	Golfgebiedschakelaar in stand	M.G.	L.G.	K.G.
2	Met behulp van de afstemknop de wijzer brengen op trimpunt.....	548,5 m	1886 m	48,4 m
3	Gemoduleerd signaal van........ via kunstantenne aan de antennebus toevoeren.	547 kHz	159 kHz	6,2 MHz
4	Trim op maximum uitgangsspanning	S14,S8	C17,S9	S12,S6
5	Met behulp van de afstemknop de wijzer brengen op het meest linkse trimpunt.			
6	Gemoduleerd signaal van........ via kunstantenne aan de antennebus toevoeren.	1630 kHz		20,1 MHz
7	Trim op maximum uitgangsspanning	C16,C9		C15
8	Herhaal de punten	2-7		2-7
9	De trimmers en kernen.......... aflakken.	S14,S8 C16,C9	S9,C17	S12,S6 C15



Compleet principeschema van een superheterodyne-ontvanger voor wisselstroomvoeding.

Fig. 11

SAMENVATTING

1. Voor het afregelen van de kringen van het ontvangtoestel wordt gebruik gemaakt van:
   a. een service-oscillator die een gemoduleerd H.F. signaal kan leveren.
   b. een L.F. wisselspanningsmeter om de uitgangswisselspanning te meten.
   c. een trimtransformator, waardoor de meter op de extra luidsprekerbussen van de ontvanger kan worden aangesloten.

2. Bij een superheterodyne-ontvanger worden eerst de kringen van de M.F. bandfilters afgeregeld. Hiertoe wordt het signaal van de service-oscillator toegevoerd aan het ingangsrooster van de mengbuis.

3. Daarna worden de oscillator- en H.F. kringen ingesteld. Het signaal van de service-oscillator wordt nu via een kunstantenne aan de antennebus toegevoerd.

4. Bij een ontvanger met raamantenne wordt een koppelraam gebruikt.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

Repetitie!

1. De anodespanning voor de L.F. versterkbuis van een ontvangtoestel moet uit oogpunt van brom extra worden afgevlakt. Hiertoe gebruikt men een weerstand in serie met de voedingsleiding in combinatie met een condensator naar aarde. Wat moeten de waarden van deze weerstand en condensator ongeveer zijn? Als de betreffende buis een anodestroom van 1 mA neemt, voor welk vermogen moet deze extra afvlakweerstand dan geschikt zijn?

2. Gegeven: de oscillatorschakeling van fig. 10 in les 24. Het frequentiebereik is 27,3 - 17,6 MHz.
   C5 = 10 - 490 pF
   C30 = 500 pF
   C31 = 180 pF
   C33 = 50 pF
   Gevraagd: wat zijn de minimale en de maximale waarden van de totale afstemcapaciteit, die parallel aan S26 komt te staan?

3. Teken het schema van een L.F. versterker aan de hand van de volgende richtlijnen.
   Aan de ingang wordt een potentiometer gebruikt, waarvan de loper verbonden is met het stuurrooster van de L.F.buis EF40. Het schermrooster van deze buis wordt gevoed via een serieweerstand terwijl tevens een ontkoppelcondensator wordt aangebracht. De negatieve roosterspanning wordt verkregen door middel van een kathodeweerstand.
   De EF40 wordt via een weerstandkoppeling verbonden met het stuurrooster van de eindbuis EL41. De negatieve roosterspanning van deze buis wordt eveneens door middel van een kathodeweerstand, die ontkoppeld is, verkregen. Er moet een mogelijkheid van toonregeling aanwezig zijn.
   De luidspreker wordt door middel van een uitgangstransformator met de eindbuis gekoppeld. De wisselstroomweerstand van het luidsprekerspoeltje bedraagt ca. 5 Ohm.
   Geef in dit schema de grootte-orde aan van de gebruikte onderdelen.

4. Als een superheterodyne-ontvanger is afgestemd op een frequentie van 1400 kHz en de middenfrequentie is gelijk aan 475 kHz, hoe groot is dan de spiegelfrequentie? Op welke frequentie is de oscillator afgestemd?

114. Storingsonderzoek

De taak van de Serviceman is, snel en systematisch een storing in het toestel te localiseren en te repareren. Hiervan is het opsporen van de fout zijn eerste werk. Als dit systematisch geschiedt, waarvoor uiteraard enige training noodzakelijk is, zal dit op den duur veel tijd besparen.

Nu kunnen we het storingsonderzoek in 2 klassen indelen:
1. De statische methode.
2. De dynamische methode.

ad 1. Met de statische methode is het toestel wel op de voedingsspanning aangesloten, maar er wordt geen H.F.- of L.F. signaal aan enig punt van de schakeling toegevoerd. Het apparaat verkeert dan in rust, d.w.z. in een statische toestand.

ad 2. Met de dynamische methode is het toestel aangesloten en wordt tevens een H.F.- of L.F. signaal aan het apparaat toegevoerd. Het apparaat verkeert nu in een werktoestand (d.w.z. in een dynamische toestand). Nu wordt het gedrag van het toestel onder dynamische omstandigheden gecontroleerd.

In de practijk zal men beide methoden toepassen. Het hangt van de klacht en van het inzicht van de reparateur af, in hoeverre hij de statische dan wel de dynamische methode zal gebruiken. In beide gevallen verdient het aanbeveling te beginnen met enige statische controles. Meestal zal men het storingsonderzoek beginnen met de vervanging van de buizen door een stel, waarvan men zeker is van de goede werking. *)
Daarna controleert men (bijv. met het universeel meetapparaat) de gelijkspanning over de eerste en de tweede afvlakcondensator van het voedingsgedeelte. Vindt men deze spanning in orde, dan weet men in elk geval dat het voedingsgedeelte goed functionneert.

Men zou nu deze controles kunnen uitbreiden door systematisch alle andere spanningen, en eventueel stromen te meten. Desnoods zou men daarna de weerstanden en condensatoren op hun waarde kunnen controleren. Dit wordt dan echter een langdradige geschiedenis, die zeer tijdrovend is. Om dit te voorkomen, heeft men een dynamische storingszoekmethode geintroduceerd, waarbij op een systematische manier de ontvanger trapsgewijze wordt gecontroleerd.

Het dynamische storingsonderzoek

Ter illustratie van deze methode willen wij beginnen met een fout in een radiotoestel te bekijken, waarbij de oplossing niet met de statische methode is te bepalen. Hiertoe gaan we uit van fig. 1 in les 23; we nemen aan, dat in dit toestel de verbinding van S17

---

*) In verband hiermede verdient het zeer aanbeveling altijd een stel service-buizen, die men uitsluitend voor dit doel gebruikt, in de service-werkplaats ter beschikking te houden. Zij maken dus deel uit van de inrichting van de werkplaats.

naar C22 verbroken is (S17 en C22 bevinden zich in een dichte bus, zie fig. 21 les 10, zodat uitwendig niets van deze fout is te bespeuren). Ten gevolge van deze fout zal de afstemkring S17-S18-C22 sterk versteind zijn, waardoor een zwakke ontvangst ontstaat. Deze klacht wordt op alle frequentiebereiken geconstateerd, zodat we vrijwel zeker de fout in het MF-gedeelte moeten zoeken. Deze fout is zonder meer niet met het universeel meetapparaat GM 4257 te constateren. Immers, er verandert niets aan de spanningen of de stromen, noch aan de weerstanden of capaciteiten. We kunnen deze fout echter wel op de volgende wijze bepalen:
We voeren met behulp van een service-oscillator (les 18) een gemoduleerd signaal van bijv. 452 kHz (de middenfrequentie van de ontvanger)aan het stuurrooster van B1 toe. Het universeel meetapparaat verbinden we met de extra luidsprekeraansluiting van de ontvanger, zodat het dan dienst doet als indicatie-instrument vande uitgangswisselspanning.
Wij bemerken nu dat het verdraaien van de ijzerkernen in deMF bandfilters grote invloed heeft op de uitgangsspanning. Alleen de kern in S17-S18 oefent geen invloed uit opde uitgangswisselspanning. Dit wijst erop, dat de afstemkring S17-S18-C22 niet in orde is. Het eerste MF-bandfilter zal dan vernieuwd moeten worden.

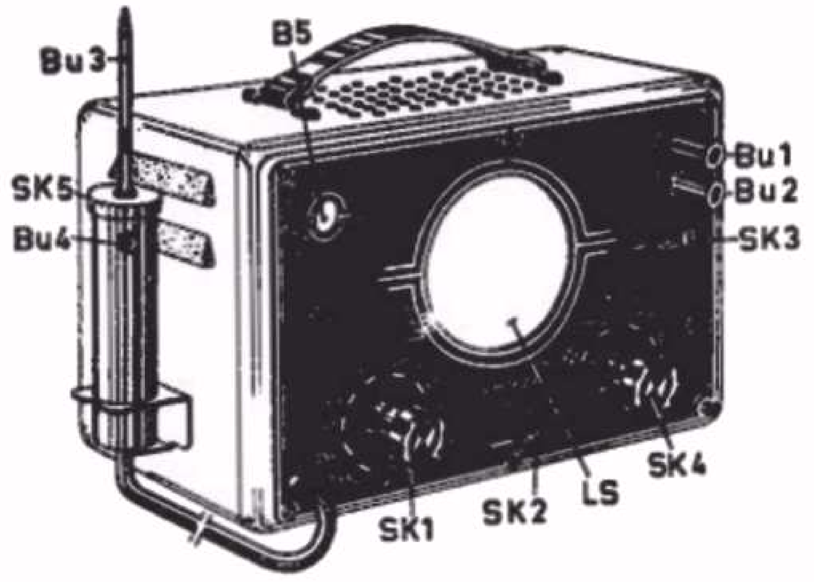
Bovengenoemde methode, welke reeds dynamisch is, is inderdaad in de practijk toegepast, maar kost nog steeds vrij veel tijd. Om dit bezwaar te ondervangen, is de laatste tijd een dynamische storingszoekmethode ontwikkeld, waarbij het te onderzoeken apparaat systematisch van trap tot trap wordt bekeken. Deze methode is gebaseerd op het controleren van de verschillende trapversterkingen van het toestel (zie les 24, par. 104). Het signaal wordt hierbij door de gehele ontvanger gevolgd. Deze methode wordt daarom wel genoemd 'signal tracing' (signaalvolging); hierbij wordt gebruik gemaakt van een meetapparaat, dat signal-tracer genoemd wordt.

115. De Philips signal-tracer GM 7628

Onder het typenummer GM7628 wordt door Philips een signal-tracer in de handel gebracht, welke de volgende mogelijkheden biedt:

1. Het bepalen van de trapversterking in het HF-,MF-, en LF-gedeelte van een ontvanger.
2. Het snel localiseren van fouten als de ontvanger niet speelt.
3. Controle op het al of niet aanwezig zijn van de oscillatorspanning in een ontvanger.
4. Controle op het al of niet aanwezig zijn van de regelspanning in het AVR-gedeelte van een ontvanger.

In fig. 1 is een vooraanzicht van dit apparaat gegeven.
Wij willen nu eens bekijken hoe de signal-tracer voor het uitvoeren van bovengenoemde metingen en controles is geschakeld. Tevens willen wij nagaan hoe deze handelingen moeten worden verricht.

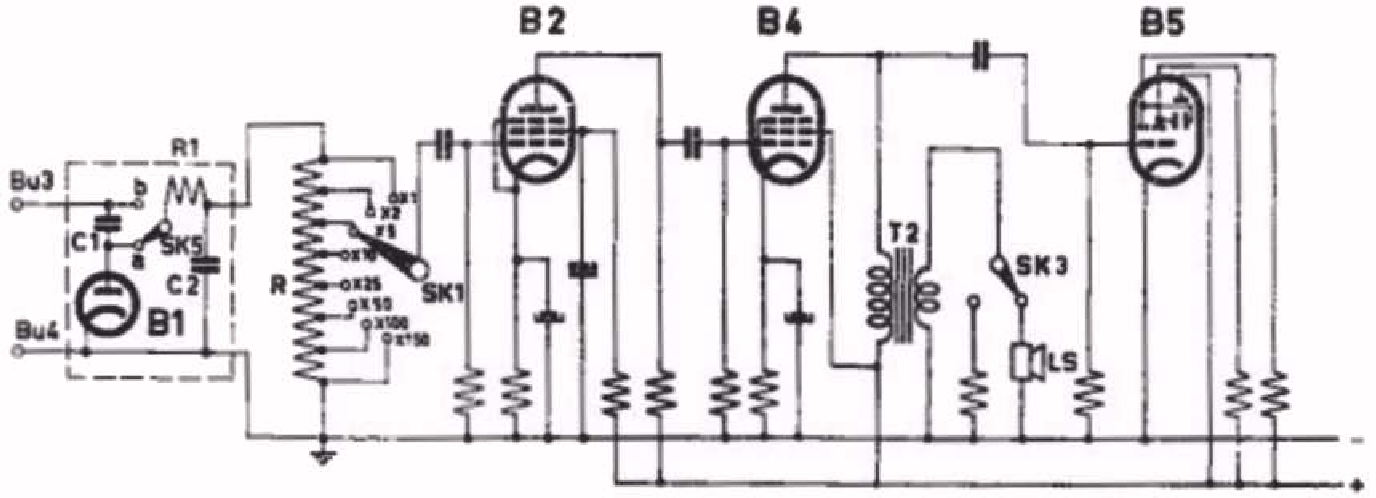


Bu1-Bu2 - aansluitbussen voor een extra meetapparaat
Bu3-Bu4 - aansluitpunten voor de te meten spanning
SK1 - ingangsverzwakker
SK2 - omschakelaar HF-LF
SK3 - luidspreker-schakelaar
SK4 - omschakelaar voor een extra meetapparaat
SK5 - omschakelaar in de meetkop
B5 - electronenstraal - indicator
LS - ingebouwde luidspreker.

Fig. 1

1. Het bepalen van de trapversterking in het HF- en MF-gedeelte.

De schakeling van de signal-tracer voor deze meting is in fig.2 vereenvoudigd weergegeven. Het is een 2-traps LF-versterker (B2 en B4) voorafgegaan door de meetdiode B1. Aan de uitgang van de ver-



Een vereenvoudigd schema van de GM7628

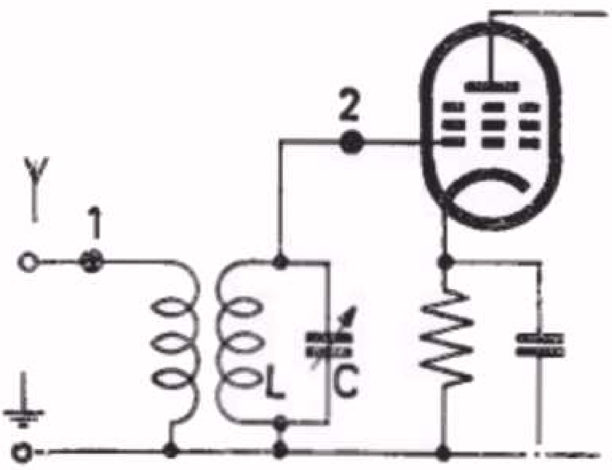
Fig. 2

sterker bevindt zich een afstemindicator B5. Tevens is een luidspreker LS ingebouwd,die met de schakelaar SK3 in- of uitgeschakeld kan worden. Aan de ingang van de versterker zien we een stappenverzwakker SK1, waarmede naar keuze een bekend gedeelte van een LF-spanning over R naar het stuurrooster van B2 kan worden gevoerd. De diode B1 bevindt zich in een meetkop (met de aansluitpunten Bu3-Bu4).

Wordt nu aan de punten Bu3-Bu4 een gemoduleerd HF-signaal toegevoerd, dan ontstaat, door de detectorwerking van B1, een LF(modulatie) spanning over R. Deze spanning wordt aan de LF-versterker toegevoerd en zal, na versterking, een uitslag van B5 veroorzaken. Tevens zal de modulatiefrequentie hoorbaar zijn in de luidspreker LS; met SK1 beschikken we over de mogelijkheid om de uitslag van B5 te regelen.

Gebruik als signal-tracer

Wij willen nu de opslingering tussen de punten 1 en 2 van fig. 3 bepalen. Hiertoe wordt met behulp van een service-oscillator een gemoduleerd signaal aan de antennebus toegevoerd. Bu3 van de signal-tracer wordt met de antennebus verbonden (SK1 ingesteld voor maximum gevoeligheid; in fig. 2 is dit de bovenste positie). De uitgangsspanning van de service-oscillator wordt nu zodanig ingesteld, dat B5 een bepaalde uitslag geeft. Nu wordt Bu3 met punt 2 verbonden en de kring LC afgestemd op het toegevoerde signaal. B5 geeft dan maximum uitslag en deze uitslag zal groter zijn dan de voorgaande. Met SK1 wordt nu de gevoeligheid van de signal-tracer zoveel verminderd, dat B5 weer dezelfde uitslag geeft als in het eerste geval (toen Bu3 met de antennebus was verbonden). SK1 is voorzien van een schaal die aangeeft hoeveel maal de gevoeligheid wordt verminderd. Dit getal is nu de opslingering van het signaal tussen de punten 1 en 2 van de ontvanger. Op dezelfde manier kunnen we de versterking tussen andere punten in de ontvanger bepalen. In de volgende les zullen we nog uitvoerig terugkomen op het practisch gebruik van de signal-tracer.



Antennekring van een ontvanger
Fig. 3

2. Het meten van de trapversterking in het LF-gedeelte.

De schakeling van de signal-tracer voor deze toepassing is dezelfde als in fig. 2 is aangegeven. Alleen is SK5 in de meetkop omgeschakeld, zodat B1 is uitgeschakeld en Bu3 direct met R1 is verbonden. Een LF-signaal aan de klemmen Bu3-Bu4 zal, na versterking in B2 en B4, een uitslag van B5 veroorzaken. Overigens gebeurt het meten van de LF-trapversterking op dezelfde wijze als voor het HF- en MF-gedeelte is aangegeven.

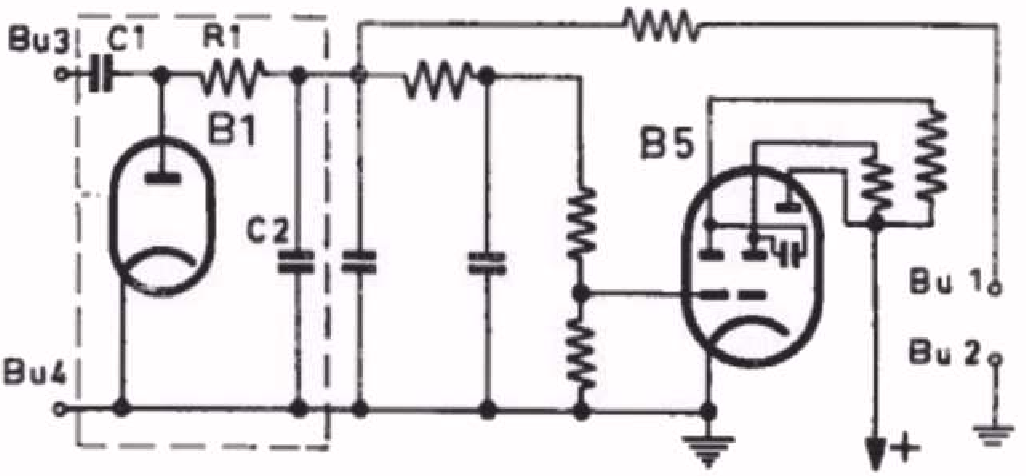
3. Het snel localiseren van fouten als de ontvanger niet speelt

Hiertoe wordt aan de antennebus van het te onderzoeken apparaat een gemoduleerd HF-signaal toegevoerd. De ontvanger wordt afgestemd op de frequentie van het toegevoerde signaal. Dit afstemmen kan

veelal niet zonder meer gebeuren; wij hebben immers aangenomen dat de ontvanger niet speelt. Het is mogelijk dat de afstemindicator nog werkt,zodat we dan op maximum uitslag daarvan kunnen afstemmen. Als de afstemindicator niet functionneert, of in het betreffende ontvangtoestel ontbreekt, moeten we de ontvanger afstemmen, zoals hiervoor bij de bepaling van de antennekring-opslingering is beschreven.
Wij gaan nu met de signal-tracer het signaal in het ontvangtoestel punt voor punt volgen vanaf de antennebus. Tot het detector gedeelte moet de schakelaar SK5 in stand a staan; na de detector in stand b (fig. 2). Als we nu de schakelaar SK3 in de rechterstand plaatsen, kunnen we via het geluid door de luidspreker van de signal-tracer het signaal volgen. Zolang het signaal in het ontvangtoestel wordt versterkt, zal het geluid sterker worden. Zodra we echter een punt bereikt hebben, waarbij geen geluid meer uit de luidspreker komt, weten we waar de fout schuilt. Deze moet dan in het gedeelte tussen het laatste controlepunt en het voorgaande punt zitten.

4. Het controleren van de oscillatorspanning

De schakeling van de signal-tracer GM 7628 is nu zoals in fig. 4 is weergegeven. Wordt Bu3 verbonden met het oscillatorrooster van de te onderzoeken ontvanger, dan zal de daar aanwezige ongemoduleerde HF-spanning, door gelijkrichting van B1, over C2 een gelijkspanning geven. Deze gelijkspanning wordt aan het stuurrooster van B5 toegevoerd en vergroot de uitslag van B5.



Schakeling voor de controle van de oscillatorspanning.
Fig. 4

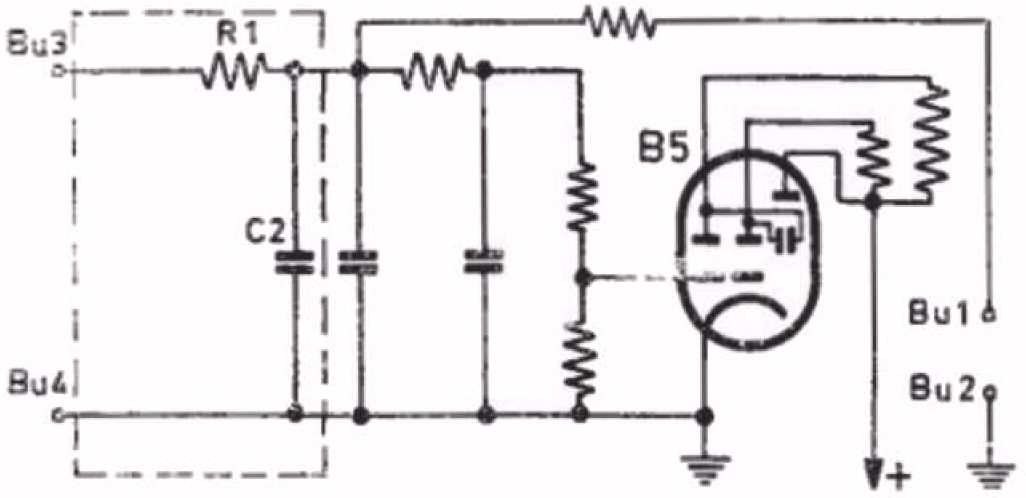
5. Controle van de AVR spanning

Hierbij is de schakeling als aangegeven in fig. 5. De negatieve regelspanning wordt nu direct aan het stuurrooster van B5 gelegd. Door de grotere uitslag van de lichtsectoren van B5 merkt men of de regelspanning aanwezig is.

Indicatiemiddelen

Wij hebben tot nu toe alleen de afstemindicator B5 beschouwd als indicator van de te controleren spanningen. Dit is geen exacte me-

thode, doch voor gebruik in de service-werkplaats voldoende nauwkeurig. Willen we nauwkeuriger te werk gaan, dan kunnen we aan de klemmen Bu1 en Bu2 een separaat meetinstrument aansluiten. Met de omschakelaar SK4 (fig. 1) hebben we de keuze uit 4 mogelijkheden. Deze zijn:



Schakeling voor de controle van de AVR-spanning

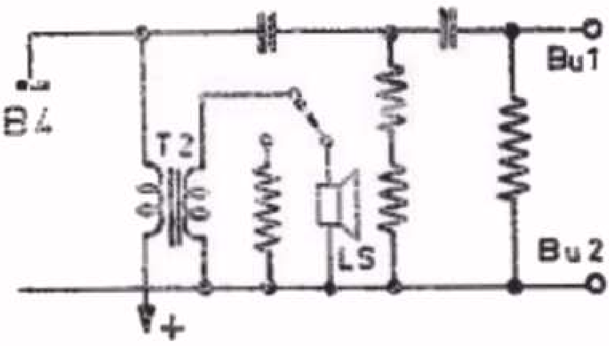
Fig. 5

a. Oscillator- of AVR spanning

SK4 in stand 1.
De gelijkspanning aan Bu1 en Bu2 kan met een buisvoltmeter worden gemeten. De ingangsweerstand van de buisvoltmeter moet ca 10 Megohm zijn (zie fig. 4 en 5).

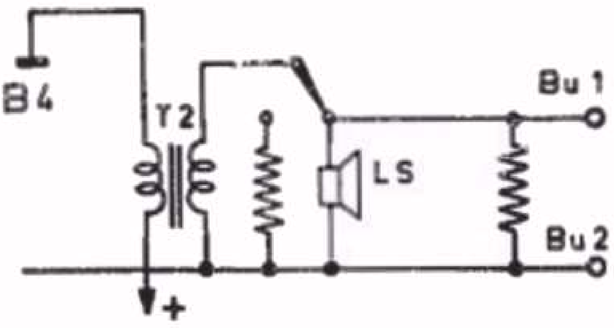
b. Gemoduleerde HF- en LF-spanning

SK4 in stand 2.
B5 is nu uitgeschakeld (zie fig. 6). Aan Bu1 en Bu2 kan nu een wisselspanningsvoltmeter worden aangesloten. De ingangsimpedantie van de meter moet groter dan 10.000 Ohm zijn.



Schakeling voor aansluiting van een hoogohmige voltmeter.

Fig. 6



Schakeling voor aansluiting van een laagohmige voltmeter.

Fig. 7

c. Gemoduleerde HF- en LF-spanning

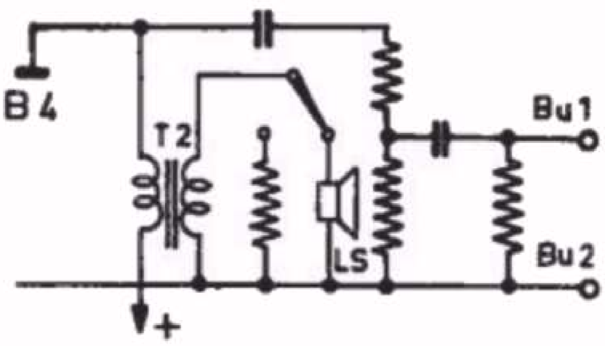
SK4 in stand 3.
De schakeling is als in fig. 7 is aangegeven. De aan te sluiten

meter kan een lage impedantie hebben (2,5 Ohm of hoger).

d. Het gebruik van een oscillograaf als indicator

SK4 in stand 4.

Hierbij kan aan Bu1 en Bu2 een kathodestraaloscillograaf worden aangesloten. Dit kan van belang zijn voor het aantonen van vervorming.
De schakeling is weergegeven in fig. 8.



Schakeling voor aansluiting van een kathodestraal-oscillograaf.

Fig. 8

Hieronder volgen nog de electrische gegevens van de signal-tracer GM 7628.

1. Meetkop

De maximum toelaatbare spanning op de meetpen, ten opzichte van aarde, bedraagt 250 V gelijkspanning plus 100 V wisselspanning. De ingangscapaciteit is ca. 10 pF. De ingangsdemping bedraagt met de schakelaar SK5 in de stand 'HF/OSC' ca 0,2 Megohm bij 1,5 MHz.

2. Ingangsweerstand

a. Met de schakelaar SK5 en de verzwakker SK1 in de stand 'AVR' bedraagt de ingangsweerstand ca 12 Megohm.
b. Met de schakelaars SK5 en SK2 van de versterker in de stand 'LF' en de verzwakker SK1 in de stand 'x1' of daaropvolgende standen, is de ingangsweerstand groter dan 1 Megohm.

3. Gevoeligheid

a. Met de schakelaars SK5 en SK2 in de stand 'HF' en de verzwakker SK1 in de stand 'x1' geeft de electronenstraal-indicator een volle uitslag bij een gemoduleerde HF-spanning van ca 100 mV (modulatie frequentie 400 Hz, modulatiediepte 30%), terwijl een halve uitslag wordt verkregen bij ca 50 mV en een juist waarneembare uitslag bij ca 15 mV.
b. Met de schakelaars SK5 en SK2 in de stand 'LF' en de verzwakker SK1 in de stand 'x1', geeft de afstemindicator een volle uitslag bij een LF-spanning (frequentie 400 Hz) van ca 100 mV, terwijl een halve uitslag wordt verkregen bij ca 20 mV en een juist waarneembare uitslag bij 2 mV.
c. Met de schakelaar SK5 en de verzwakker SK1 in de stand 'OSC' resp. 'AVR' is de breedte van de schaduwsectoren van de afstemindicator minimum bij een HF-spanning resp. een gelijkspanning van ca 18 V, terwijl een juist waarneembare uitslag wordt verkregen bij ca 1 V.

4. Ingangsverzwakker

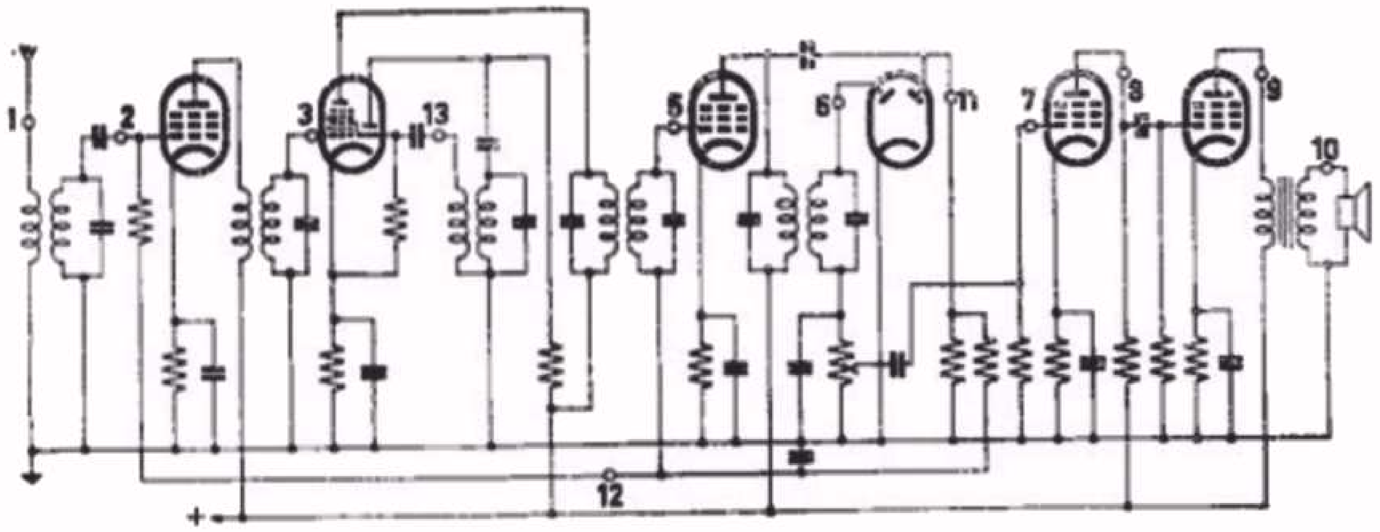
De verzwakker SK1 heeft 8 standen nl. 'x1', 'x2', 'x5', 'x10', 'x25', 'x50', 'x100' en 'x150'. De waarden op de schaal van de verzwakker gelden voor een HF-spanning met een modulatiediepte van 30% en een modulatiefrequentie van 400 Hz.

5. Buizen

Het apparaat bevat de volgende buizen:

EA50 diode (in meetkop)
EF40 pentode versterkbuis
EL41 eindpentode
EM4 afstemindicator
AZ41 gelijkrichtbuis.

Tenslotte geven wij in fig. 9 ter illustratie een vereenvoudigd schema van een superheterodyne ontvanger, waarin de diverse meetpunten zijn aangegeven. In nevenstaande tabel vindt U nu de verschillende posities van de schakelaars bij meting aan deze punten.



Vereenvoudigd schema van een ontvanger.

Fig. 9

Controle van:	Meten op de punten	Verzwakker SK1 in stand	Schakelaar SK2 in stand	Schakelaar SK5 in stand
1. Antennekring	1 en 2	-	HF	HF
2. HF-versterking	2 en 3	-	'	'
3. Conversieversterking	3 en 5	-	'	'
4. MF-versterking	3 en 5	-	'	'
	5 en 6	-	'	'
5. Diodewerking	6 en 7	-	LF	LF
6. LF-versterking	7 en 8	-	'	'
7. Eindtrap	8 en 9	-	'	'
8. Luidspreker & uitgangstransformator	9 en 10	-	'	'
9. AVR-spanning	11 en 12 (2 en 5)	A.V.R.	-	A.V.R.
10. Oscillator	13	OSC	-	OSC

SAMENVATTING

1. Sommige fouten in ontvangers kunnen, indien de statische methode wordt gevolgd, alleen met veel tijdverlies worden opgespoord.

2. Een meer efficiente methode is het dynamische systeem. Het punt van uitgang daarbij is het bepalen van de trap-versterkingen van een ontvanger of LF-versterker.

3. Het meetapparaat dat hierbij wordt gebruikt heet 'Signaltracer' (signaalvolger).

4. De Philips signal-tracer GM7628 bevat een diode (in- en uitschakelbaar), een twee-trapsversterker en een magisch oog als indicator.

5. De signal-tracer GM 7628 kan worden gebruikt voor:
   a. Het meten van trapversterking in het HF-,MF- en LF-gedeelte.
   b. Het snel localiseren van fouten als het apparaat niet speelt.
   c. Het controleren van de oscillatorspanning.
   d. Het controleren van de AVR spanning.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. In het toestel van schema fig. I (zie ommezijde) heeft de reparateur C32 vervangen door een andere condensator. Hij gebruikt hiervoor bij vergissing een capaciteit van 50 pF. Wat zal hij hiervan bemerken als het toestel wordt aangesloten?

2. Bij het ontvangtoestel van fig.I is de klacht: hevig ruisen en geen ontvangst op alle frequentiebereiken.
Wat kan hiervan de oorzaak zijn? Vervanging van de buizen heeft geen resultaat.

3. C7-S26 in fig. I is de M.F. sperkring die afgestemd is op de middenfrequentie van 452 kHz. Deze kring moet bij het afregelen van de ontvanger op een *minimum* uitslag van de uitgangsmeter worden getrimd,en niet op *maximum* uitslag, zoals dit bij de andere kringen het geval is.
Kunt U hiervan een verklaring geven?

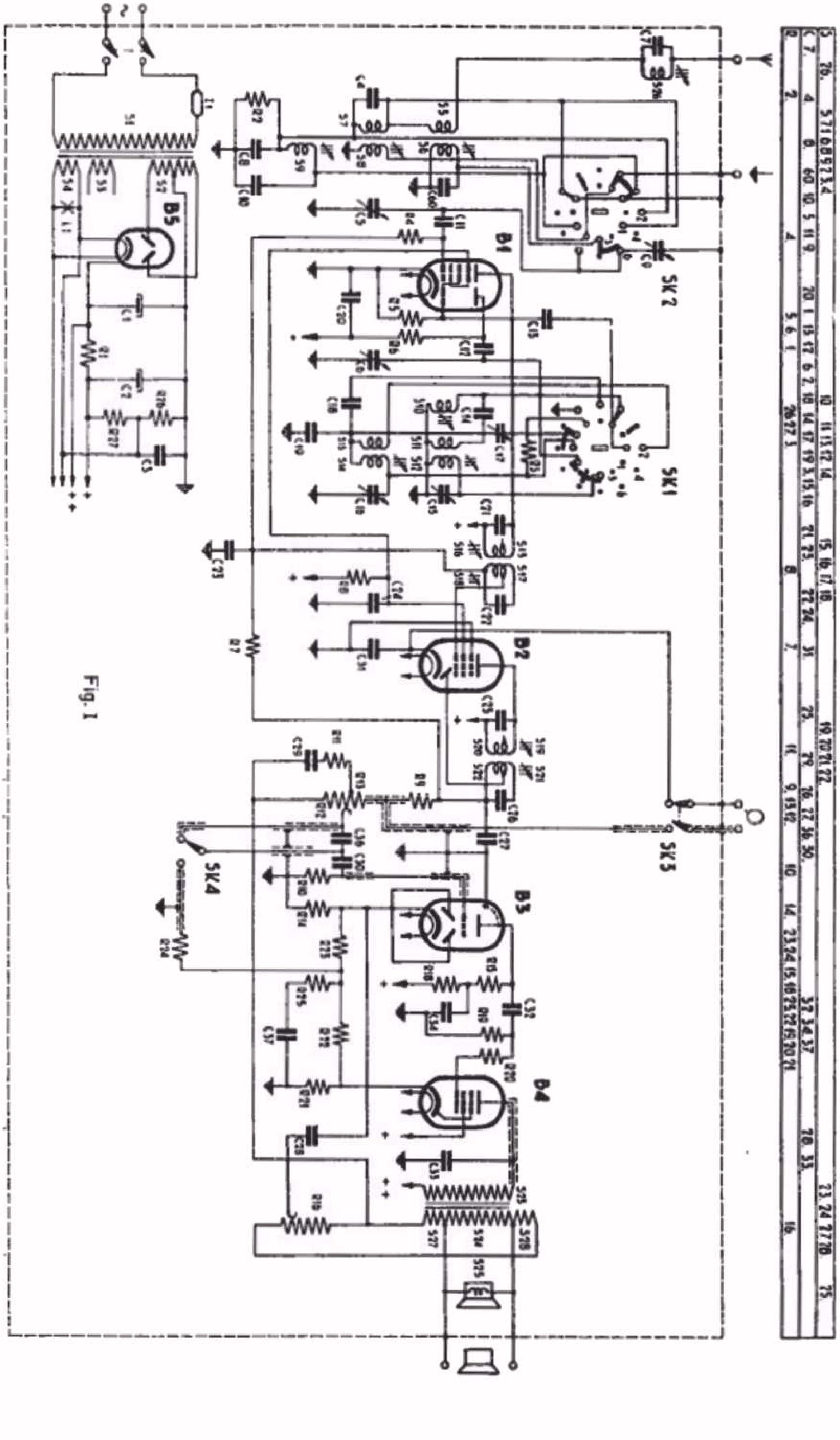


Fig. I

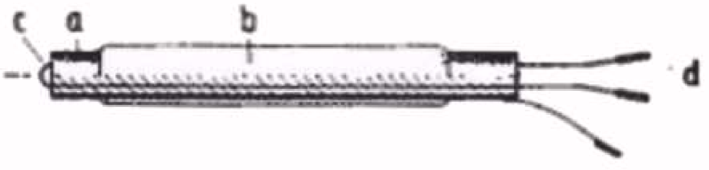
116. Een complete superheterodyne ontvanger.

De ontvanger die we nu in zijn geheel gaan bespreken is in les 23 reeds gedeeltelijk behandeld. Fig. 1 en fig. 11 van les 23 vormen samen vrijwel de complete ontvanger.
Om niet in herhaling te treden zullen we in deze les alleen de verschillen en aanvullingen ten opzichte van les 23 geven.
Het volledige schema inclusief het voedingsdeel is in fig. 1 weergegeven. De verschillen zijn:

1. Voeding

In afwijking met tot nu toe behandelde schakelingen zien we hier een gelijkrichtbuis (B5)met indirect verhitte katnode toegepast. Uit prijsoverweging levert dit 2 voordelen op en wel:

a. Wanneer de isolatie tussen gloeidraad en katnode van B5 een voldoende hoge spanning kan weerstaan, kan de extra gloeispanningswikkeling voor de gelijkrichtbuis vervallen.
b. Bij inschakeling van het apparaat worden de afvlakcondensatoren C1 en C2 minder belast. Bij een gelijkrichtbuis met direct verhitte kathode gebeurt dit wel. Daarbij is, na inschakeling van het apparaat, de gelijkrichtbuis vrijwel direct in de werktoestand (kathode komt snel op temperatuur); bij de ontvangbuizen met hun indirect verhitte kathoden duurt dit enige tijd. De ontvangbuizen nemen nu nog geen anodestroom uit het voedingsdeel op en daardoor zullen de condensatoren C1 en C2 opgeladen worden tot een spanning gelijk aan 1.4 maal de wisselspanning van de wikkeling S2. (de spanning tussen aarde en een der anoden van B5).
Bij een gelijkrichtbuis met direct verhitte katnode moeten de afvlakcondensatoren deze extra hoge spanningkunnen weerstaan. Is de gelijkrichtbuis met een indirect verhitte kathode uitgerust, dan treedt deze hoge spanning niet op.
In het voedingsdeel zien we ook nog R26 en R27 parallel over C2 staan, terwijl de gloeidraadwikkeling S4 aan het knooppunt van R26 en R27 is verbonden. Hierdoor krijgen de gloeidraden een positieve spanning van ca 30 V ten opzichte van aarde. Dit is gedaan om brom door gloeidraademissie te ontgaan. Hoe kan deze gloeidraadbrom ontstaan?
In fig. 2 is, in doorsnede, een kathode met gloeidraad afgebeeld. Uit les 12 weten we dat de gloeidraad omgeven is met een isolerende stof. De beide einden d van de gloeidraad zijn niet geïsoleerd. In bedrijfstoestand zullen deze einden, daar ze een hoge



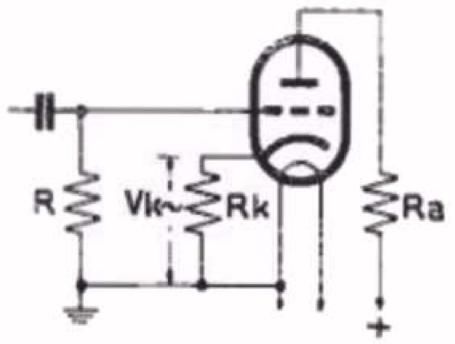
Kathode en gloeidraad.
a. Kathode buisje
b. Emiterende laag
c. Geïsoleerde gloeidraad
d. Ongeïsoleerde gloeidraad-einden.

Fig. 2

temperatuur bezitten, electronen emiteren. Daar de gloeidraad betrekkelijk dun is, zal dit emiteren in de dubbele netfrequentie variëren (zie les 12 fig. 6). Is de kathode positief ten opzichte van de gloeidraad, dan zullen de geemiteerde electronen op de kathode terecht komen. In de schakeling van fig. 3 geeft dit een wisselspanning Vk over Rk, welke via R tussen het stuurrooster en katnode staat. Het gevolg is een versterkte bromspanning over Ra, met een frequentie gelijk aan de dubbele netfrequentie.

In de ontvanger van fig. 1 bleek de L.F. buis B3 brom door gloeidraademissie te geven, te meer daar R14 niet voor wisselstroom ontkoppeld is. De remedie was hier: breng de gloeidraad op een positieve gelijkspanning ten opzichte van de katnode (kathode dus negatief ten opzichte van de emiterende gloeidraad) zodat de geemiteerde electronen de kathode niet kunnen bereiken.

C3 is aangebracht om de gloeidraden voor H.F.-, M.F.- en L.F. spanningen te aarden.



De bromspanning Vk~ veroorzaakt een versterkte bromspanning over Ra.

Fig. 3

2. *Radio-pick-up omschakelaar SK3*

SK3 is in fig. 1 getekend in de stand radio. Bij omschakeling naar de stand pick-up wordt de gramofoonopnemer verbonden met de volumeregelaar R12-R13. Om de radio-ontvangst uit te schakelen wordt tevens de kathodeleiding van B2 voor gelijkstroom onderbroken. Bij dit apparaat kan dus de gramofoon-opnemer continu aangesloten blijven; door omschakeling van SK3 kunnen we zonder meer omschakelen van radio- naar gramofoonweergave. De condensator C31 is aangebracht om in de stand 'radio' de lange leiding naar SK3 voor M.F. kort te sluiten.

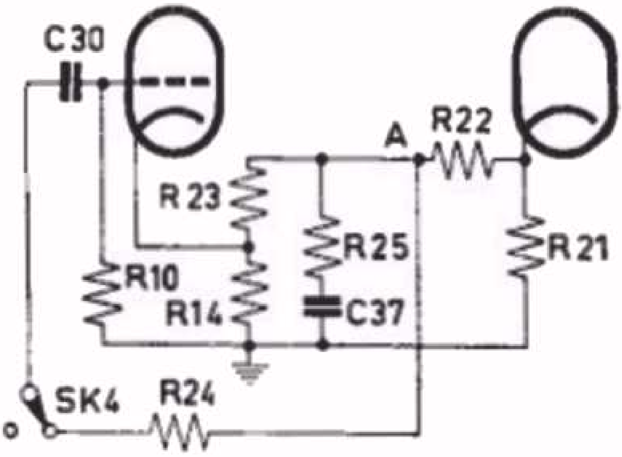
3. *L.F. tegenkoppeling*

Hier zien we 2 verschillen met fig. 11 van les 23.

a. De tegenkoppelspanning die via C28 naar de kathode van B3 wordt teruggevoerd is groter. S24 is namelijk met de wikkeling S28 verlengd.

b. Het correctie filter R25-C37 is iets anders geschakeld hoewel het dezelfde functie heeft. In fig. 4 is de schakeling iets anders getekend. Zijn R25 en C37 niet aanwezig, dan wordt een vast deel van de tegenkoppelspanning over R21 (spanningsdeler R22-R23-R14) naar B3 teruggevoerd. Nu worden R25 en C37 aangebracht. Voor de lage frequenties verandert er niets. De reactantie van C37 is hiervoor groot. Voor hoge frequenties (reactantie van C34 is nu klein) staat R25 parallel aan R23-R14, zodat nu de weerstand tussen de punten A en B kleiner wordt. De tegenkoppelspanning in punt A daalt, waardoor voor de hoge frequenties minder tegenkoppeling wordt verkregen.

In fig. 1 van les 23 en fig. 1 van deze les zien we nog dat B1 en B2 geen aparte negatieveroosterspanning krijgen toegevoerd. Zij zijn via R7 verbonden met de diode belastingsweerstand R12-R13. In rusttoestand ontstaat hierover een spanning van ca -0,5 V. Zodra, door aanwezigheid van een H.F. signaal, de diode gaat gelijkrichten neemt de gelijkspanning over R12-R13 toe en dus ook de negatieve roosterspanning van B1 en B2.
Tenslotte volgt hieronder nog de stroom- en spanningstabel:



Deel van de L.F. tegenkoppeling
Fig. 4

STROMEN EN SPANNINGEN

			Va	Vg2(+4)	Vk	Ia	Ig2(+4)
(ECH42)	B1	Hexode	245	55	-	1,9	2,2
		Triode	90	-	-	4,9	-
(EAF42)	B2	Penthode	245	55	-	4,4	0,85
(EBC41)	B3	Triode	110		1,25	0,6	-
(EL42)	B4	Penthode	235	245	10	26	4
			Volt	Volt	Volt	mA	mA

VC1 = 265 Volt VC2 = 245 Volt Iprim. (220 V) = 195 mA

Bovenstaante metingen werden verricht met het Universeel Meetinstrument GM 4257, apparaat aangesloten op 220 V 50 Hz. Radio-P.U. schakelaar op radiogolfgebied schakelaar op M.G. en geen signaal op de antennebus.

117. Het meten van de trapversterkingen.

In les 28, bij de behandeling van de signal-tracer GM 7628, is in principe al uiteengezet hoe de trapversterkingen kunnen worden gemeten.
Voor we de trapversterkingen bij deze ontvanger gaan bepalen, eerst nog een opmerking.
In de Philips Service Documentaties zullen deze waarden binnenkort worden gepubliceerd, waarbij zij gebaseerd zijn op laboratorium gegevens. De metingen in de service werkplaats, gedaan met de GM7628, kunnen daarvan afwijken. Immers, de GM 7628 heeft niet de nauwkeurigheid van een laboratorium instrument. Ten tweede zullen in ontvangers van hetzelfde type verschillen voorkomen doordat alle onder-

delen niet volkomen aan elkaar gelijk zijn. De waarden van weerstanden en condensatoren en de buiseigenschappen zijn altijd binnen een bepaalde tolerantie (gemiddeld + of - 10%) gelijk aan de opgegeven waarde.
Hoe groot mogen deze verschillen nu zijn voordat we kunnen zeggen: 'Deze ontvanger is inderdaad fout'.
Het blijkt dat wanneer een 2 à 3 voudige afwijking wordt gevonden, dit in de practijk nog geen aanleiding tot klachten geeft.
Een voorbeeld:

a. In de service documentatie staat voor een bepaalde trap een versterking van 150 maal opgegeven. Met de GM 7628 wordt nu een versterking tussen 50 en 100 maal gemeten, wat dus toelaatbaar is.

b. De fout, in les 28 beschreven, n.l. de verbinding van S17 naar C22 onderbroken, is in de beschreven ontvanger aangebracht. Op het gehoor was een duidelijke vermindering van de gevoeligheid merkbaar. Bij meting met de signal-tracer bleek de versterking van g1-B1 tot g1-B2 10 maal te laag te zijn.
Hier blijkt wel uit dat, wanneer de gebruiker klaagt over minder goed functionneren van zijn toestel de afwijkingen aanmerkelijk groter dan 2 à 3 maal zullen zijn.

Wordt bij een apparaat voor alle trappen een 2 à 3-voudige afwijking gevonden, dan is er alle reden om het apparaat te wantrouwen. Komen deze afwijkingen voor in het H.F.- en M.F.- deel, dan moet de ontvanger opnieuw worden afgeregeld.

Nu de metingen aan de ontvanger.
Als meetapparatuur werd gebruikt de signal-tracer GM 7628 en de service oscillator GM 2883.
Om bij de beschrijving van de diverse metingen niet in uitvoerige herhalingen te moeten treden,hier eersteen paar aanwijzingen.

1. Bij de metingen mag geen sterke AVR optreden; dit zou de versterking van B1 en B2 te veel verkleinen. Daarom moet de sterkte van het ingangssignaal zo klein mogelijk worden genomen.
2. Een signaal waarbij B5 (de electronen-straal indicator) van de GM 7628 een juist waarneembare uitslag geeft in de ongevoelige sector, blijkt in de meeste gevallen aan bovengenoemde voorwaarde te voldoen.
3. Bij sommige apparaten moet de werking van de AVR worden verzwakt.Bij de beschrijving van deze apparaten in de betreffende service documentatie zal worden aangegeven hoe dit gedaan moet worden.
4. Is de GM 7628 verbonden met de ingang van een bepaalde trap, dan is de ingangsverzwakker SK1 in de stand 1 x geplaatst.
5. De sterkte van het toegevoerde signaal wordt met de verzwakker van de service oscillator geregeld.

a. *Opslingering van de antennekring*

Het gemoduleerde signaal wordt aan de antenneklem toegevoerd. De GM 7628 is hier eveneens op aangesloten. De ontvanger wordt ten naaste bij op de toegevoerde frequentie afgestemd. (Dit afstemmen heeft zeer weinig invloed op de uitslag van B5 van de GM 7628). Nu wordt de GM 7628 aangesloten op het stuurrooster van B1 (knooppunt C11-R4). De ontvanger wordt nu afgestemd op maximum uitslag van B5. Hierna SK1 terugdraaien tot B5 de eerst waargenomen uitslag vertoont. SK1 geeft nu de opslingering van de antennekring aan.
Deze meting in het K.G.- M.G.- en L.G.-gebied uitvoeren.

b. *M.F. versterking van B1*

De versterking wordt hier gemeten tussen g1-B1 en g1-B2, waarbij het toegevoerde signaal een frequentie heeft gelijk aan de middenfrequentie van het apparaat, in ons geval 452 kHz. Door de aansluiting van de GM 7628 aan g1-B2 wordt de M.F. afstemkring S17-S18-C22 iets ontregeld. Om dit te corrigeren wordt nu de toegevoerde frequentie op maximum uitslag van B5 bijgeregeld. (We zouden ook de afstemkring zelf kunnen bijregelen met behulp van de poeder-ijzerkern in S17-S18. Na de meting moeten we dan echter de M.F. versterker weer opnieuw afregelen (zie les 27). Deze methode is daarom sterk te ontraden en wordt derhalve door ons niet toegepast).

c. *M.F. versterking van B2*

De meetpunten zijn nu g1-B2 en diode-B2 (knooppunt S21-S22).
Ook hier de toegevoerde frequentie bijregelen bij meting aan de detectie-diode.

d. *Detector*

Meetpunten zijn detector diode en g1-B3 (de volumeregelaar is hierbij in de maximale stand gedraaid).
Bij de detector-meting moeten we anders te werk gaan dan tot nu toe. Het L.F.-signaal aan g1-B3 heeft n.l. een kleinere waarde dan het gemoduleerde M.F. signaal aan de detector diode (zie les 11 par. 56).
De werkwijze is nu als volgt:
Een gemoduleerd M.F. signaal aan de detector diode toevoeren. GM 7628 aan g1-B3 aansluiten. Het toegevoerde signaal op de juiste sterkte instellen. Nu de GM 7628 op de detector diode aansluiten en met SK1 de uitslag van B5 weer op de eerste waarde brengen SK1 geeft dan de verzwakking aan die het signaal ondergaat van detector diode tot g1-B3.

e. *L.F. versterker*

Het ingangssignaal heeft nu een lage frequentie (400 Hz), afkomstig van de L.F. uitgang van de GM 2883. De meetpunten zijn

g1-B3 en g1-B4. De meetmethode is weer dezelfde als onder a tot en met c genoemd.

f. Eindbuis + transformator

Hier wordt gemeten tussen g1-B4 en de aansluiting voor extra luidspreker (knooppunt S24-S28).

Opmerking:

Meting aan de anode van B4 geeft geen betrouwbaar resultaat. Hier is n.l. de vrij sterke rimpelspanning, die over C1 staat, aanwezig. Deze geeft al een bepaalde uitslag van de indicator B5.
Onderstaand vinden we de waarden die bij de besproken ontvanger zijn gemeten. Als vergelijking zijn daarbij tevens de laboratorium metingen aangegeven. Bij de met GM 7628 gemeten waarden zijn meestal 2 waarden genoemd, b.v. 5-10 maal. Dit betekent dat met SK1 in de stand 5 x de uitslag van B5 nog groter, in de stand 10 x echter kleiner is dan de eerst waargenomen uitslag. De versterking van de betreffende trap ligt dus tussen 5 en 10 maal.

Gemeten trapversterkingen

Meetpunten	Frequentie	Versterking	
		Lab. meting	met GM 7628
antenne - g1B1	M.G. - 1000 kHz	2,8	2 - 5
antenne - g1B1	L.G. - 160 kHz	3,3	5 - 10
antenne - g1B1	K.G. - 6,2 MHz	1,25	1 - 2
g1B1 - g1B2	M.F. - 452 kHz	85	ca 50
g1B2 - detector	M.F. - 452 kHz	165	ca 150
detector - g1B3	M.F. - 452 kHz	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{10-25}$
g1B3 - g1B4	L.F. - 400 Hz	46	25 - 50
g1B4 - luidspr.	L.F. - 400 Hz	-	ca 1

De grootste afwijking met de laboratorium meting wordt gevonden bij de antenne opslingering op L.G. (160 kHz). Deze afwijking blijft echter binnen een verhouding van 3 en is dus toelaatbaar.

SAMENVATTING.

1. Besproken isde complete schakeling van een superheterodyne ontvanger.

2. Een gelijkrichtbuis met indirect verhitte kathode voorkomt extra hoge spanning over de afvlakcondensatoren bij het inschakelen van het apparaat.

3. Aangezien de kathode-weerstand van de L.F. versterker (B3) niet is ontkoppeld,is de kans op brom door gloeidraad-emissie groot.

4. Om deze gloeidraad-brom te elimineren wordt de gloeidraadop een positief potentiaal ten opzichte van de kathode gebracht.

5. Het meten van de trapversterkingen met de GM 7628 is besproken.

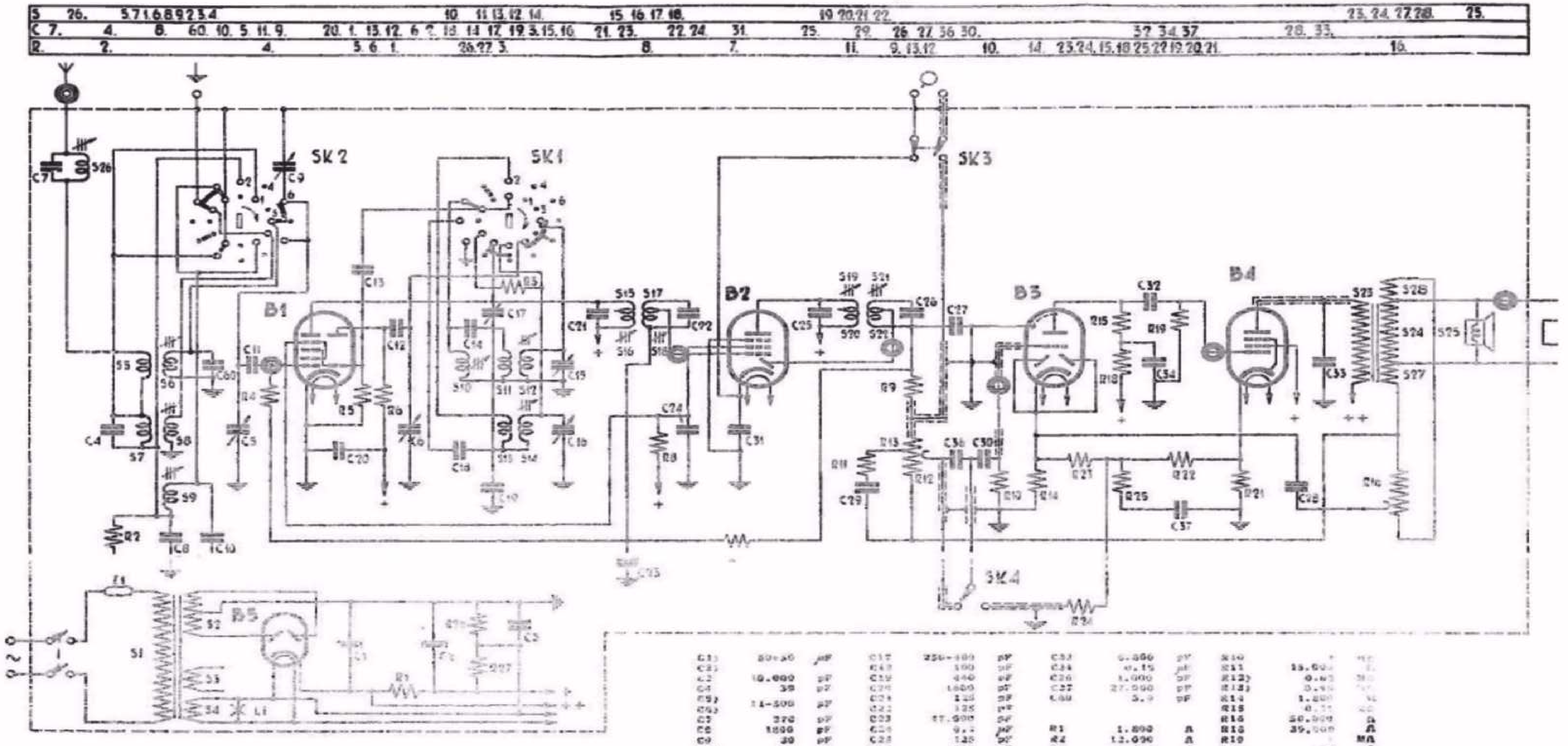
6. De gemeten waarden zijn vergeleken met die welke bij laboratorium metingen zijn verkregen.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. We nemen aan dat inde besproken ontvanger het variabele contact van R16 geen contact maakt met de koollaag van R16.
   Wat zal de gebruiker merken?

2. De gebruiker komt bij U met de besproken ontvanger en heeft dezelfde klacht als in vraag 1. R16 blijkt in orde te zijn.
   Welk onderdeel zal nu defect zijn en wat iser aan dit onderdeel defect?

3. Dezelfde ontvanger als in vraag 1 en 2.
   De klacht is: Bij het spelen van gramofoonplaten is radio-ontvangst merkbaar.
   Wat is de oorzaak hiervan?



C1)	50+50	µF	C17	250-480	pF	C33	6.800	pF	R10	[illegible]	[illegible]
C2)			C18	100	pF	C34	0.15	µF	R11	15.000	[illegible]
C3	10.000	pF	C19	440	pF	C36	1.000	pF	R12)	0.47	[illegible]
C4	39	pF	C20	1600	pF	C37	27.000	pF	R13)	0.5	[illegible]
C5)	11-500	pF	C21	125	pF	C60	3.9	pF	R14	1.800	[illegible]
C6)			C22	125	pF				R15	[illegible]	[illegible]
C7	270	pF	C23	47.000	pF				R16	50.000	Ω
C8	1600	pF	C24	0.1	µF	R1	1.800	Ω	R18	39.000	Ω
C9	30	pF	C25	125	pF	R2	12.000	Ω	R19	[illegible]	MΩ
C10	72	pF	C26	125	pF	R3	8.200	Ω	R21	[illegible]	Ω
C11	320	pF	C27	82	pF	R4	0.82	MΩ	R22	22.000	Ω
C12	470	pF	C28	12.000	pF	R5	22.000	Ω	R23	22.000	Ω
C13	56	pF	C29	12.000	pF	R6	33.000	Ω	R24	1.6	MΩ
C14	63	pF	C30	6.200	pF	R7	1.5	MΩ	R25	33.000	Ω
C15	30	pF	C31	2.700	pF	R8	56.000	Ω	R26	0.39	MΩ
C16	30	pF	C32	10.000	pF	R9	47.000	Ω	R27	2.7	MΩ

118. Beschrijving van een superheterodyne-ontvanger voor wisselstroomvoeding.

Wij zullen in deze les eens een ontvanger bekijken die in een hogere prijsklasse ligt dan die in de vorige les is beschreven. Vergelijking van de schema's toont reeds direct enige grote verschillen. De belangrijkste zijn:

1. Een extra H.F. trap.
2. Zes golfbereiken in plaats van drie.
3. Optische afstemmingsindicatie.

Wij zullen nu deze punten, me nog enige andere, successievelijk onder de loupe nemen.

1. HF- en mengtrap

Men zal zich misschien afvragen waarom het nodig is dat een extra H.F. penthode is gebruikt. Met de buizenserie van de in de vorige les beschreven ontvanger kwam toch voor alle zenders voldoende geluid uit de luidspreker.

Deze ontvanger is echter voorzien van meer kortegolfbereiken, die zich bovendien tot een kortere golflengte uitstrekken (ca 11 m). Hoe lager de golflengte, dus hoe hoger de frequentie, des te moeilijker wordt het om de ontvangst voldoende vrij van ruis te houden.

Hoe ontstaat deze ruis?

Wanneer wij een electrische kring hebben, waarin tengevolge van een bepaalde E.M.K. een stroom loopt, dan weten we dat in een dergelijke kring altijd weerstand aanwezig is. Deze weerstand bestaat overal, waar electronen door een bepaald materiaal heen moeten, bijvoorbeeld bij een spoel waar de electronen door koperdraad bewegen. Nu is elk materiaal opgebouwd uit atomen (zie les 1), en deze atomen bestaan weer uit positieve kernen met er omheen wentelende electronen. De materialen welke tot de geleiders' behoren, bezitten bovendien een aantal vrije electronen, welke geen vaste plaats om een bepaalde positieve kern hebben. Deze electronen bewegen zich van het ene atoom naar het andere. Dit is reeds uitvoerig besproken in les 1, waarin we tevens zagen, dat de beweging van de electronen door verhoging van de temperatuur heftiger wordt.

Hebben we nu een electrische kring waarin een bepaalde E.M.K. aanwezig is, dan zal zich de stroom van vrije electronen van het ene atoom naar het andere begeven en zo steeds in één richting verder tussen andere atomen door totdat de kringloop is volbracht. Al naarmate de electronen zich vrijer door het materiaal kunnen bewegen, zal er meer of minder weerstand in de kring zijn.

Ook zonder dat er een E.M.K. van buiten af in de kring wordt gebracht, zal er een beweging van electronen in de kring zijn. Een beweging, welke echter een volkomen onregelmatig karakter heeft, zodat men feitelijk niet kan zeggen dat er een bepaalde stroom in

de ene of andere richting loopt.

Men kan dit vergelijken met een zeer drukke straat,waarin voortdurend mensen in beide richtingen lopen. De straat is voortdurend geheel gevuld en het is onmogelijk te zeggen of er zich een stroom mensen in de ene of in de andere richting beweegt. Zou men echter aan het eind van de straat,bijvoorbeeld om de 5 minuten,de mensen tellen die er in en er uit zijn gegaan, dan zou men kunnen zien dat gedurende de eerste 5 minuten er meer waren ingegaan dan er uit, zodat dus de ingaande stroom het grootst was, terwijl dat een volgende tijdsperiode juist andersom kan zijn. Ofschoon men over een gehele dag genomen niet kan zeggen dat er een stroom in een bepaalde richting is geweest, hebben er wel stroomvariaties plaats genad, en wel van een zeer onregelmatig karakter.

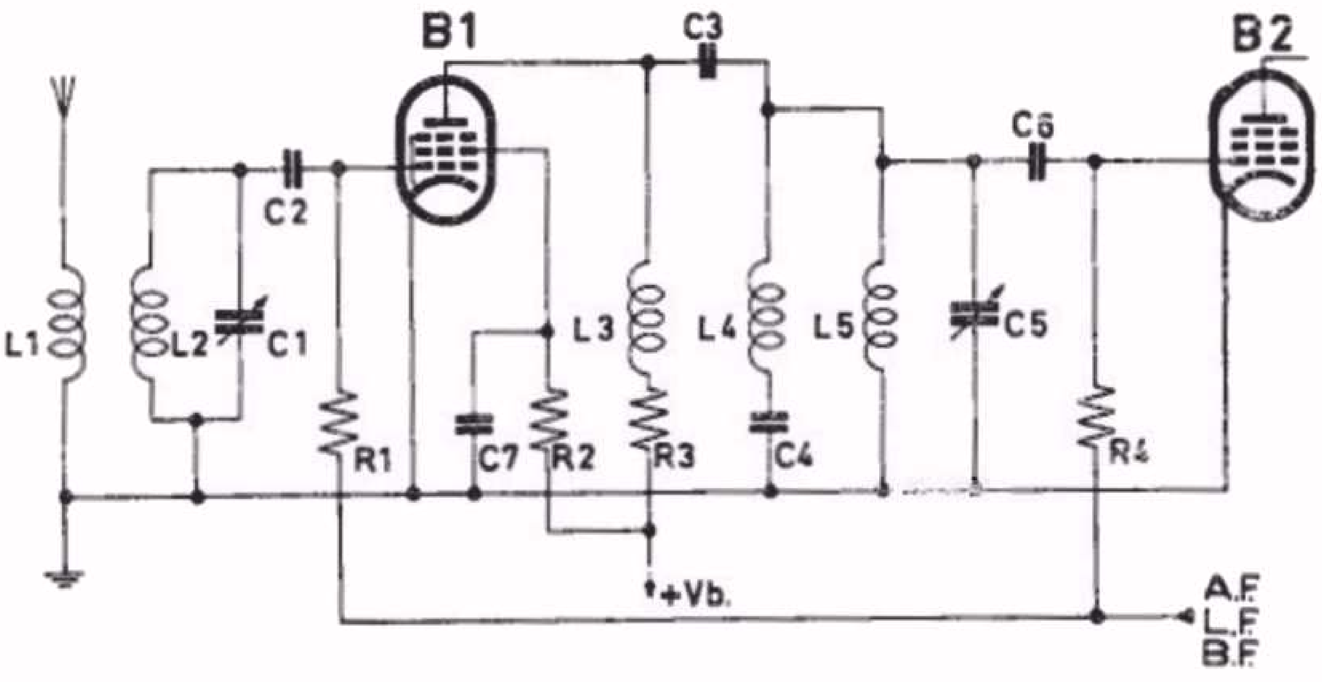
Zo is het ook met de electrische kring. Tengevolge van de 'thermische' beweging der electronen, treden onregelmatige stroomfluctuaties in de kring op. Is een deel van de kring aangesloten tussen rooster en kathode van een versterkbuis, dan ontstaan spanningsvariaties van hetzelfde karakter. Worden deze spanningsvariaties voldoende versterkt,dan zullen deze tenslotte als ruis hoorbaar zijn.

Een tweede oorzaak van het ruisen is gelegen in het feit dat de electronenstroom door een buis, ook wanneer er geen wisselspanning op het rooster aanwezig is, niet dat regelmatige karakter heeft dat we van een gelijkstroom zouden verwachten. We mogen namelijk niet vergeten dat de stroom door de buis uit afzonderlijke electronen bestaat, welke stuk voor stuk of in onregelmatige groepenuit de kathode te voorschijn komen. De electronen bereiken bovendien lang niet altijd ongehinderd de anode, maar botsen onderweg soms tegen andere electroden, de glaswand en dergelijke. De onregelmatigheid welke hierdoor in de anodestroom ontstaat, wordt gewoonlijk het 'hageleffect' genoemd. Ook dit komt tot uiting als ruis. Nu wordt dit ruisen des te sterker, naarmate meer electroden tussen kathode en anode de anodestroom-fluctuaties kunnen beinvloeden.Een penthode veroorzaakt b.v. meer ruis dan een triode, en een hexode weer meer ruis dan een penthode.

Keren wij nu terug naar de ontvanger van de vorige les, dan zien we dat vanaf de antenne het H.F. signaal de H.F. kringen passeert en daarna op het ingangsrooster van het hexodegedeelte van de mengbuis komt. Hierbij ontstaat door 2 oorzaken ruis:

a. De kring die een bepaalde weerstand vertegenwoordigt(zie les 10)
b. De hexode met haar vele roosters tussen de kathode en de anode.

Nu blijkt bij kortegolf-ontvangst de hexode verreweg de grootste bijdrage tot de ruis te leveren. Daarom is in de ontvanger met het schema van fig. 3 als extra H.F. buis een penthode gekozen. Deze buis veroorzaakt veel minder ruis dan een hexode en zorgt ervoor, dat het gewenste H.F. signaal zodanig wordt versterkt, dat dit voldoende overweegt over de door de mengbuis veroorzaakte ruis.



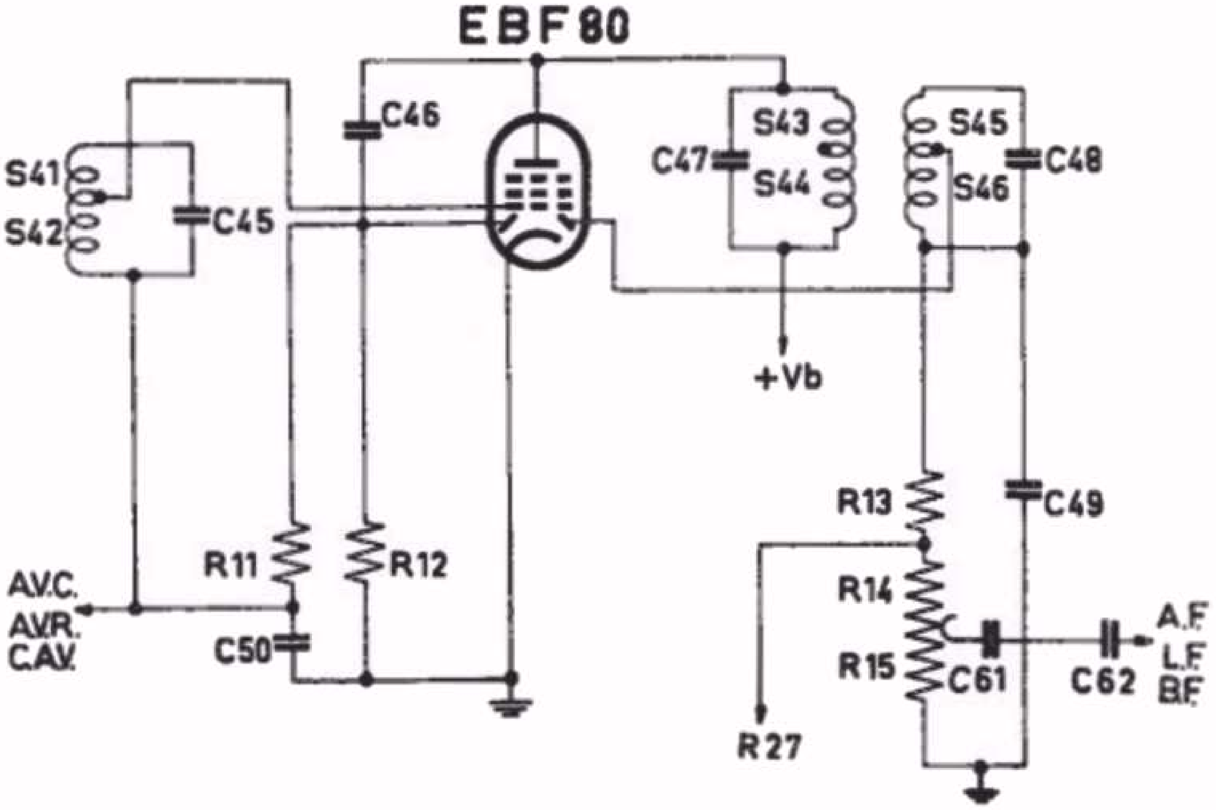
Vereenvoudigd principeschema van het HF-gedeelte van de ontvanger van fig. 3.

Fig. 1

De H.F. trap is nu in principe volgens figuur 1 geschakeld. De eerste H.F. kring is inductief met de antenne gekoppeld. Het signaal passeert de koppelcondensator C2 en komt dan op het stuurrooster van de H.F. penthode terecht. De anode ontvangt haar voedingsspanning via de H.F. smoorspoel L3 en R3. Parallel aan de tweede afstemkring L5-C5 is de M.F. zuigkring L4-C4 geschakeld. Deze kring is afgestemd op de middenfrequentie en vormt voor deze frequentie een kortsluiting. Voor de H.F. antenne-signalen gedraagt de seriekring zich echter als een hoge impedantie, die de afstemkring L5-C5 practisch niet beinvloedt.
Verder zijn de H.F. kringen geschakeld zoals reeds in les 24, par. 106, met de bandspreiding is behandeld. Ook in deze ontvanger krijgen de H.F. buis en de mengbuis geen aparte negatieve roosterspanning toegevoerd.

2. *M.F. trap*

Als M.F. versterkbuis wordt het penthodedeel uit de duo-diode-penthode EBF80 gebruikt. De ene diode (in fig. 2 de linkerdiode) dient voor het opwekken van de AVR spanning. De M.F. spanning over de derde M.F. kring S43-S44-C47 wordt via C46 aan deze diode toegevoerd. Over R12 ontstaat nu een fluctuerende gelijkspanning, waarvan de grootte afhankelijk is van de sterkte van de draaggolf. Deze spanning wordt nu via het ontkoppelfilter R11-C50 (voor afvlakking van de modulatiespanning) aan de stuurroosters van de H.F.-, meng- en M.F. buizen toegevoerd. Als er geen signaal is, zal over R12 nog altijd een negatieve spanning van ca -0.5 V ontstaan, die wordt gebruikt voor de negatieve roosterspanning van de buizen EF41, ECH42 en EBF80.
De tweede diode in de EBF80 functionneert als detector. Over de belastingsweerstand R14-R15 ontstaat het L.F. signaal dat via C61-C62 aan het stuurrooster van B4 (EBC41) wordt gelegd. Het L.F. gedeelte



Principe van de schakeling van de AVC- en detectie-diodes

Fig. 2

is verder practisch gelijk aan dat in les 23, par. 102, uitvoerig is besproken.

3. *Afstemmingsindicatie*

De gelijkspanning die na detectie over R14-R15 ontstaat, wordt ook gebruikt voor sturing van de electronenstraal-indicator EM34. Voor de beschrijving van de schakeling zie men les 25, par 108.

4. *Spanningen en stromen*

Om een indruk te geven van de spanningen en stromen in de schakeling, geven wij hiernaast in een tabel de waarden van de diverse spanningen en stromen aan en naar de verschillende electroden van de buizen.

Spanningen en stromen

			Va	Vg2(+4)	Vk	Ia	Ig2(+4)
B1	EF41	Penthode	197	67	-	3,4	1,14
B2	ECH42	Hexode	230	67	-	2,25	3,4
		Triode	130	-	-	3,65	-
B3	EBF80	Penthode	230	67	-	5,2	1,8
B4	EBC41	Triode	108	-	1,19	0.53	-
B5	EL41	Penthode	225	230	5,7	32,5	4,7
B7	EM34	Afstem-indicator	230	-	-	1,3	-
			Volt	Volt	Volt	mA	mA

V_{C1} = 260 V I prim. = 225 mA bij 220 V (50 Hz)
V_{C2} = 230 V

Deze gemiddelde waarden van stromen en spanningen zijn gemeten met het Universeel Meetapparaat GM 4257, ontvanger aangesloten op 220 V (50 Hz) en zonder antennesignaal.

119. <u>Het meten van de trapversterkingen.</u>

De in de volgende tabel gepubliceerde getallen voor de trapversterkingen zijn op dezelfde wijze gemeten als in de vorige les is beschreven.
Als meetapparatuur is weer gebruikt:
De service-oscillator GM 2883 en de signal-tracer GM 7628.

Voor de goede orde willen wij de verschillende handelingen nogmaals doornemen (Lees daarvoor eerst nog eens de algemene punten in de vorige les, par. 117).

a. Opslingering van de antennekring

Het gemoduleerde signaal wordt aan de antennebus (meetpunt 1) */ toegevoerd. De GM 7628 is hierop eveneens aangesloten. De ontvanger wordt ten naaste bij op de toegevoerde frequentie, voor het middengolfgebied b.v. op 1000 kHz, afgestemd.
De sterkte van het toegevoerde signaal wordt zodanig ingesteld, dat de optische indicator van de GM 7628 met SK5 in stand 1 een juist waarneembare uitslag vertoont. Daarna wordt de GM 7628 aangesloten op het stuurrooster van B1 (meetpunt 2). De ontvanger wordt nu af-

*/ De meetpunten zijn genummerd aangegeven in het principeschema fig. 3 en de daarbij behorende bedradingstekening fig. 4.

gestemd op maximum uitslag van de optische indicator van de GM7628. Hierna SK1 terugdraaien tot B5 (de indicator) de eerst waargenomen uitslag vertoont. SK1 geeft nu de opslingering van de antennekring aan. Deze metingen voor de andere golfgebieden herhalen. (Bij het betreffende ontvangtoestel was het nog nodig het contact 14 van de schakelaar SK3 (zie fig. 4) door middel van een condensator van 0.1 µF voor de nog aanwezige wisselspanning te aarden. Dit contactpunt 14 straalde n.l. nog zoveel naar de omgeving dat de trapversterkingsmeting tot aan de detector werd gestoord.)

b. HF-versterking van B1

De versterking wordt gemeten tussen g1-B1 en g1-B2 (resp. de meetpunten 2 en 3). Het toegevoerde signaal heeft dezelfde frequentie als bij de voorgaande meting. Door de aansluiting van de GM 7628 aan g1 van B2 kan de afstemkring iets worden verstemd. Om dit te corrigeren wordt de toegevoerde frequentie op maximum uitslag van B5 (GM 7628) bijgeregeld.

c. M.F.-versterking van B2

De meetpunten zijn nu g1-B2 en g1-B3 (de meetpunten 3 en 4). De Service-oscillator wordt nu op de middenfrequentie (452 kHz) ingesteld. Ook hier wordt de M.F.-kring S41-S42-C45 door aansluiting van de GM 7628 verstemd, zodat de toegevoerde frequentie moet worden bijgesteld.

d. M.F.-versterking van B3

De meetpunten zijn g1-B3 en diode-B3 (meetpunten 4 en 5). Bij meting aan de detector-diode moet de toegevoerde middenfrequentie weer worden bijgeregeld.

e. Detector

De meetpunten zijn de detector-diode-B3 en g1-B4 (meetpunten 5 en 6); de volumeregelaar R14-R15 wordt hierbij in de maximum stand gedraaid. Aangezien het L.F.-signaal aan g1-B4 een kleinere waarde heeft dan het gemoduleerde M.F.-signaal aan de detector-diode, wordt de volgorde van de meting iets anders. Een gemoduleerd M.F.-signaal wordt aan de detector-diode toegevoerd. De GM 7628 wordt op g1-B4 aangesloten en het toegevoerde signaal op de juiste sterkte ingesteld. Nu verplaatsen wij de GM 7628 naar de detector-diode en brengen met SK1 (van de GM 7628) de uitslag van de indicator op de eerste waarde terug.
SK1 geeft dan de verzwakking aan die het signaal ondergaat van de detector-diode tot het stuurrooster van B4.

f. L.F.-versterker

Het ingangs-signaal moet nu een lage frequentie hebben. Dit signaal (400 Hz) wordt betrokken van de L.F.-uitgang van de Service-oscillator GM2883. De meetpunten zijn nu g1-B4 en g1-B5 (meetpunten 6 en 7). De meetmethode is dezelfde als onder a t/m d.

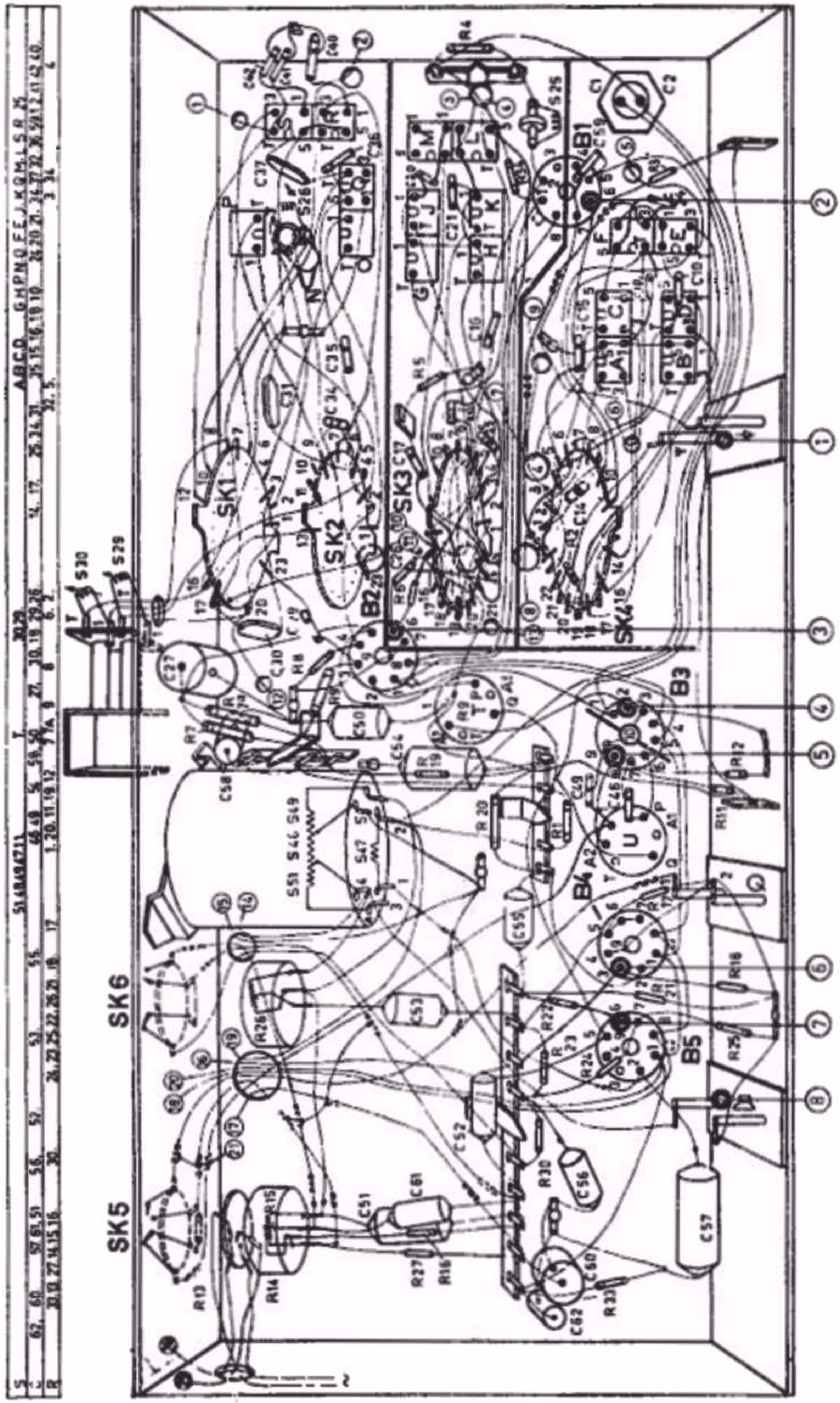
g. Eindbuis + uitgangstransformator

In dit geval zijn de meetpunten g1-B5 en de aansluiting voor een extra luidspreker. (meetpunten 7 en 8). De frequentie van het ingangssignaal is uiteraard weer 400 Hz.

Onderstaand zijn de waarden vermeld, die bij de besproken ontvanger zijn gemeten. Als vergelijking zijn eveneens de resultaten van de laboratoriummeting vermeld.

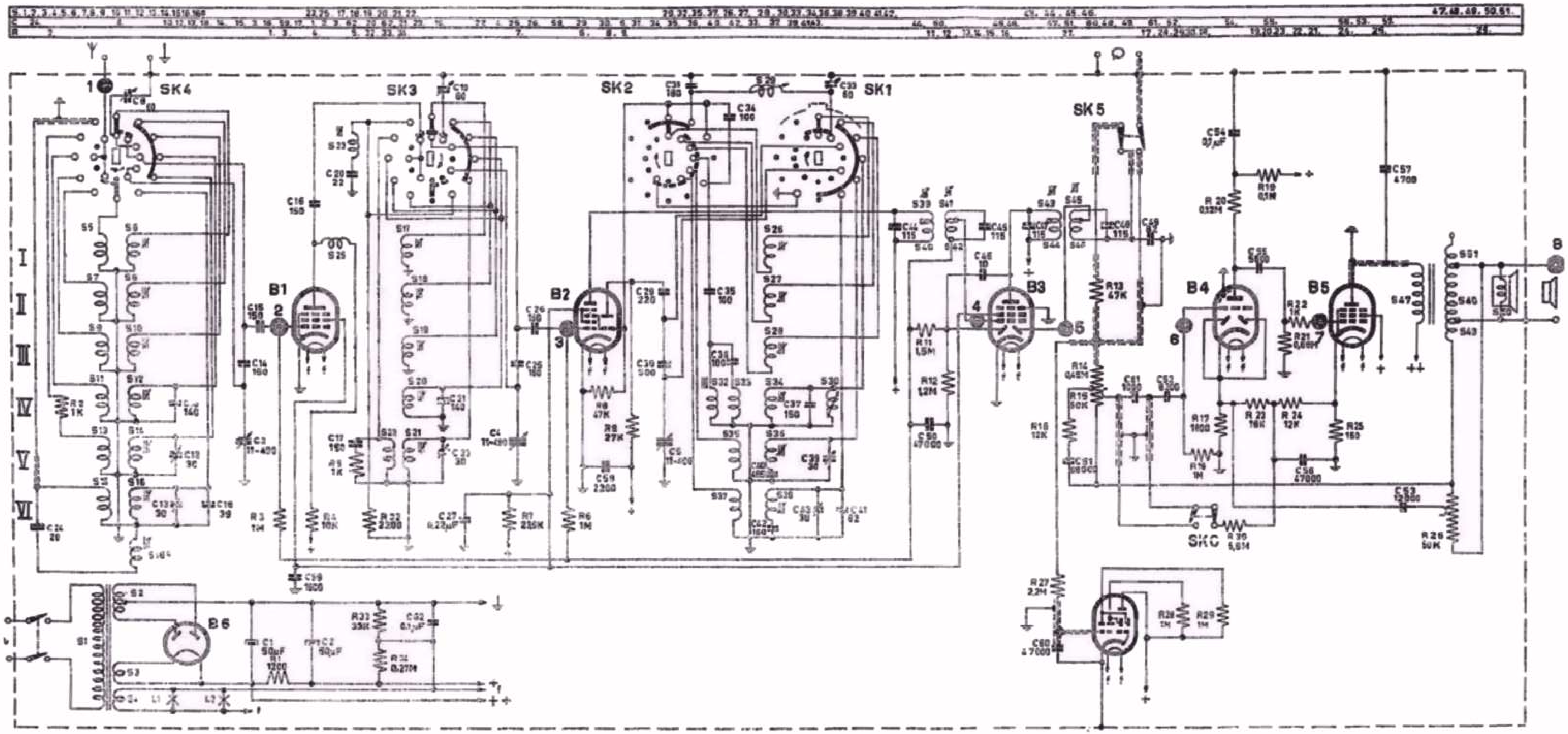
Gemeten trapversterkingen

Meetpunten		Frequentie	Versterking	
			Lab. meting	Met GM 7628
1-2	Antenne-g1B1	L.G. - 250 kHz	2,7	1 - 2
1-2	Antenne-g1B1	M.G. - 1000 kHz	2,8	1 - 2
1-2	Antenne-g1B1	KG2d - 6,5 MHz	1,5	1 - 2
1-2	Antenne-g1B1	KG2c - 11 MHz	1,6	1 - 2
1-2	Antenne-g1B1	KG2b - 14,5 MHz	2	1 - 2
1-2	Antenne-g1B1	KG2a - 24 MHz	1	1 - 2
2-3	g1B1-g1B2	L.G. - 250 kHz	10,5	5 - 10
2-3	g1B1-g1B2	M.G. - 1000 kHz	10	5 - 10
2-3	g1B1-g1B2	KG2d - 6,5 MHz	8	5 - 10
2-3	g1B1-g1B2	KG2c - 11 MHz	9,7	5 - 10
2-3	g1B1-g1B2	KG2b - 14,5 MHz	7	5 - 10
2-3	g1B1-g1B2	KG2a - 24 MHz	6,3	5 - 10
3-4	g1B2-g1B3	M.F. - 452 kHz	85	25 - 50
4-5	g1B3-detect. diode	M.F. - 452 kHz	165	100 - 150
5-6	detect. diode-g1B4	M.F. - 452 kHz	1/11	1/5 - 1/10
6-7	g1B4-g1B5	L.F. - 400 Hz	41	25 - 50
7-8	g1B5-luidspreker	L.F. - 400 Hz	-	ca 1



Bedradingstekening van de ontvanger van fig. 3

Fig. 4



Volledig principeschema van een superheterodyne ontvanger

I	Golflengte KG2a	- 27,3	- 17,6 Mc/s
II	Golflengte KG2b	- 17,6	- 11,6 Mc/s
III	Golflengte KG2c	- 13	- 9,1 Mc/s
IV	Golflengte KG2d	- 9,3	- 5 Mc/s
V	Golflengte MG	- 1622	- 517 kc/s
VI	Golflengte LG	- 345	- 150 kc/s

Fig. 3

SAMENVATTING.

1. In een ontvanger zijn 2 hoofdoorzaken van ruis:
   a. De thermische ruis die ontstaat in de roosterweerstand en
   b. De ruis die in de HF-buis en/of mengbuis ontstaat.

2. Om een betere ruisvrije ontvangst, vooral in het korte golfgebied te verkrijgen, wordt een extra HF-versterkbuis toegepast.

3. Deze ontvanger is voorzien van een electronenstraal-indicator voor optische afstemmingsindicatie.

4. Besproken is het meten van de trapversterkingen met behulp van de signal-tracer GM 7628.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN.

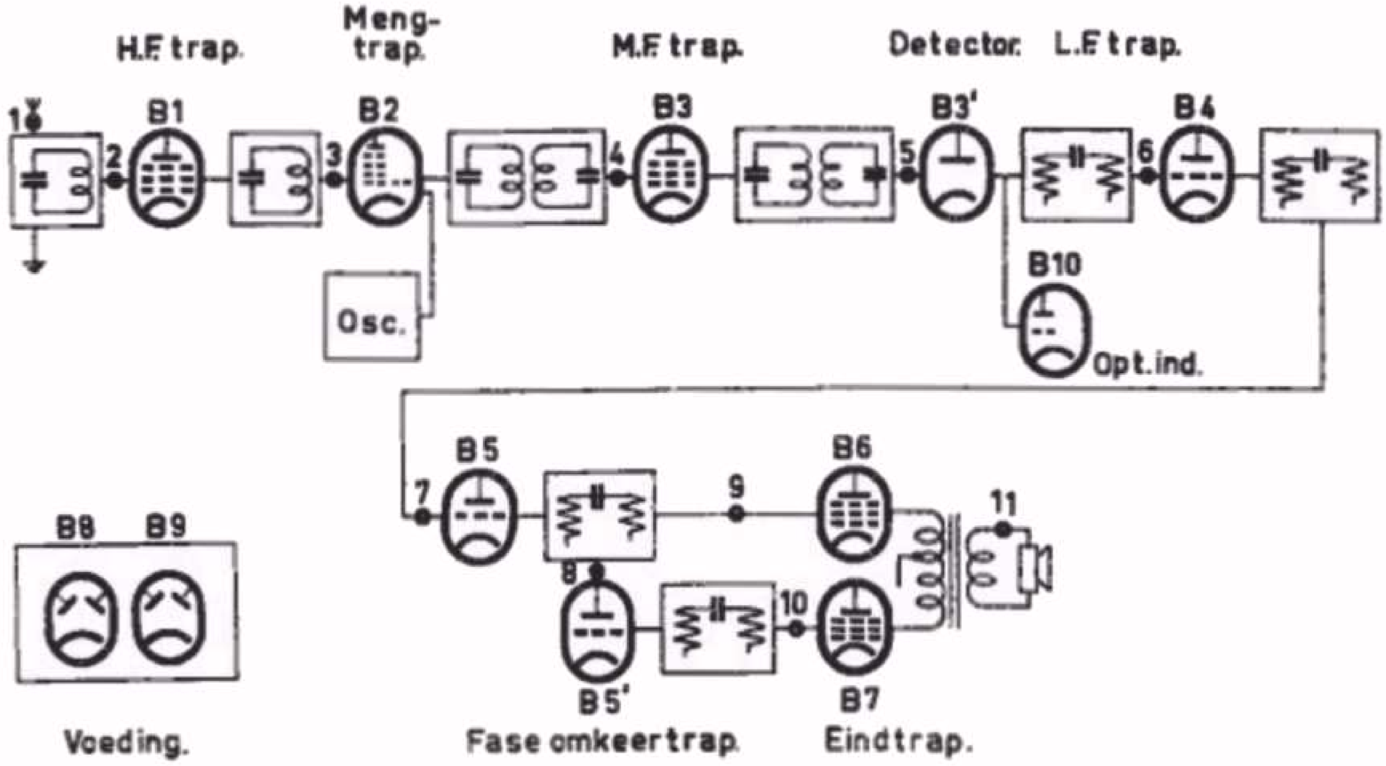
1. Teken het schema apart op van het toestelgedeelte tot aan de detectordiode voor de golfgebieden KG2d en M.G. van de ontvanger van fig. 3.

2. De ontvangst van het ontvangtoestel met het schema van fig.3 is op alle golfbereiken normaal.
De optische afstemindicator B7 reageert echter niet. Wat kan hiervan de oorzaak zijn? (Door het uitwisselen van buizen is reeds geconstateerd dat B7 zelf in orde is).

3. Van hetzelfde ontvangtoestel is de klacht;
Speelt niet in het middengolfgebied. In alle andere golfbereiken is de werking in orde. Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

120. Een luxe superheterodyne-ontvanger met balans-eindtrap

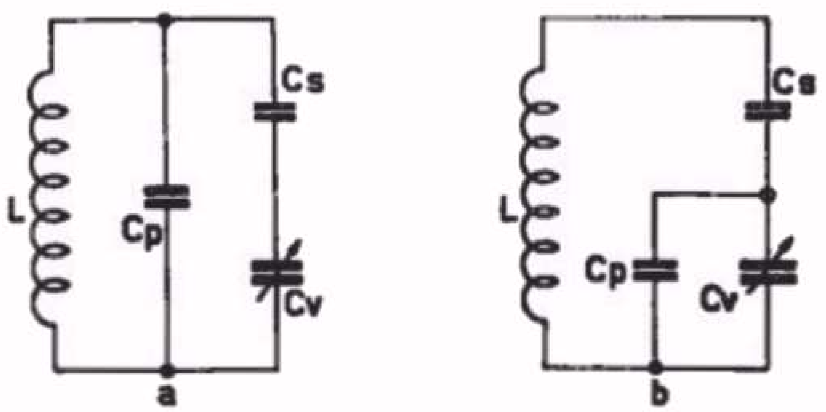
De derde ontvanger die wij willen bespreken, is een voorbeeld van een luxe ontvanger met een balans-eindtrap. Deze ontvanger is uiteraard voorzien van tal van verfijningen, waardoor het geheel vrij gecompliceerd lijkt. Vele service-technici hebben bij reparatie van een dergelijke ontvanger de neiging de moed te verliezen en komen er al gauw toe het apparaat opzij te zetten. Zeer ten onrechte. Als men het schema van zo'n toestel kalm bekijkt, en men maakt er even een blokschema van, valt het meestal wel mee.



Blokschema van de ontvanger van fig. 15

Fig. 1

Daarvoor is het echter wel belangrijk, dat men de principiele werking van de verschillende trappen van de ontvanger goed door heeft. Bekijken we de ontvanger, die we nu zullen bespreken (fig. 15), en maken we daarvan een blokschema, dan ontstaat fig. 1. Het gedeelte tot punt 7 is vrij normaal. Daar achter volgt een zogenaamde fase-omkeertrap en een balans-eindtrap, waarover wij het in deze les nog uitvoerig zullen hebben.



a. Principeschema van een afstemkring, waarbij door aanbrengen van een parallel-condensator Cp bandspreiding wordt verkregen.

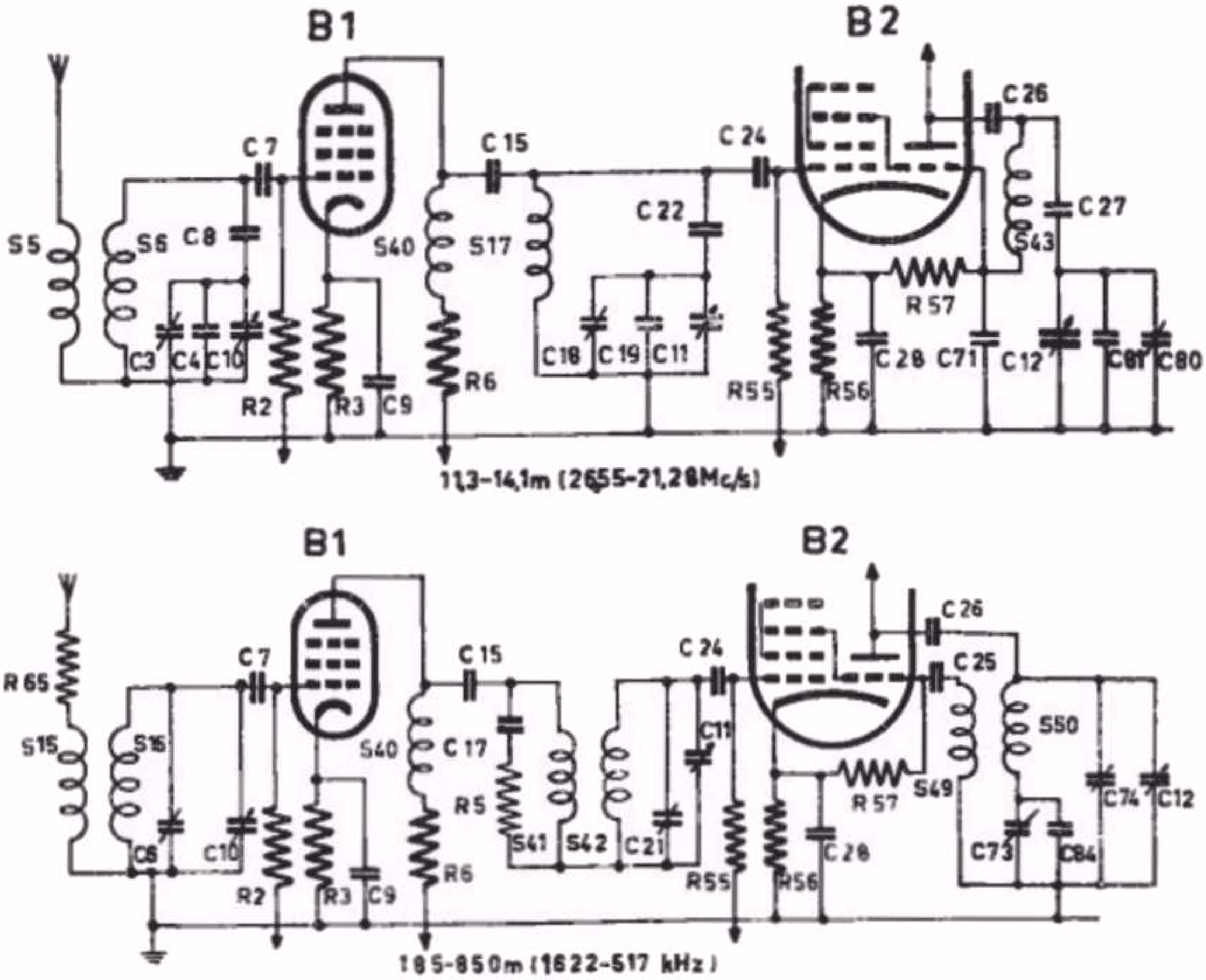
b. Hetzelfde schema, waarin nu echter Cp parallel aan de variabele condensator Cv is geschakeld.

Fig. 2

Wij zullen nu het schema, vanaf de antenne, punt voor punt bekijken en ons daarbij alleen tot de afwijkingen ten opzichte van het schema in les 30 bepalen.

a. H.F.- en mengtrap

Ook deze ontvanger heeft 6 golfgebieden, waarvan er 5 het kortegolfgebied bestrijken. In de 4 kortste golfgebieden is bandspreiding toegepast, volgens de methode c van les 24, d.w.z.



Het schema van het H.F.gedeelte van de ontvanger van fig.15 voor:

a. het golfgebied KG2a

b. Het golfgebied M.G.

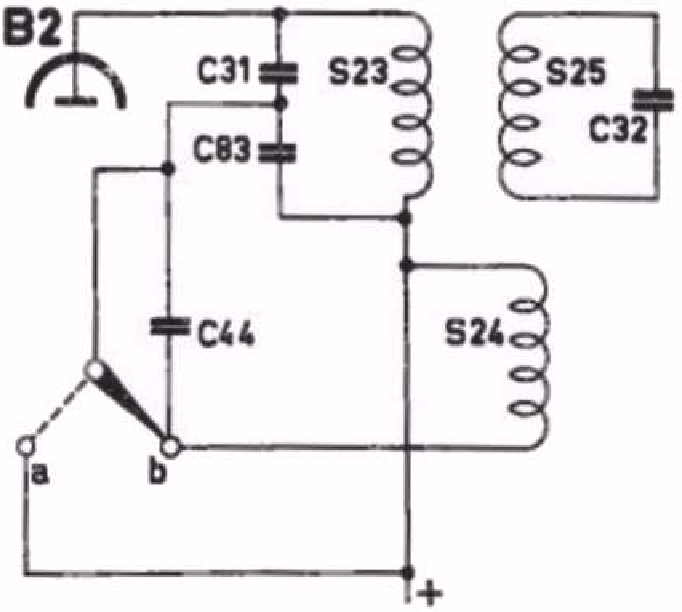
Fig. 3

door serie- en parallelschakeling van condensatoren. In plaats dat de parallelcondensator over de serieschakeling van Cs en Cv (zie fig. 2a) is aangebracht, bevindt Cp zich in deze ontvanger parallel aan Cv. Het principeschema wordt dan zoals aangegeven in fig. 2b. Het resultaat blijft uiteraard hetzelfde.

In de korte-golfgebieden is de oscillator geschakeld volgens het Colpitts-schema (zie fig. 12 in les 24). In het korte golfgebied KG3 en het middengolfgebied heeft de oscillator echter normale inductieve terugkoppeling. In fig. 3a en b zijn ter illustratie de principeschema's voor de golfgebieden KG2a en MG weergegeven.

b. M.F. trap

Het eerste M.F. bandfilter is op een bijzondere manier geschakeld (zie ook fig. 4). In serie met de primaire spoel S23 is een extra spoel S24 geschakeld, die met de secundaire spoel is gekoppeld. In stand b van de schakelaar is de spoel S24 via een capacitieve aftakking (C31-C83) met de kring S23-C31-C83 verbonden. Aangezien S24 inductief gekoppeld is met S25, wordt een extra koppeling tussen de twee kringen van het bandfilter tot stand gebracht. In les 10, paragraaf 55, hebben we gezien, dat de selectiviteitskromme breder wordt door een vastere koppeling. Naarmate echter deze kromme breder is, kan een bredere frequentieband worden doorgelaten. Een grotere bandbreedte betekent een betere geluidskwaliteit.



Principe van de bandbreedte-regeling met behulp van een extra koppelspoel (S24).

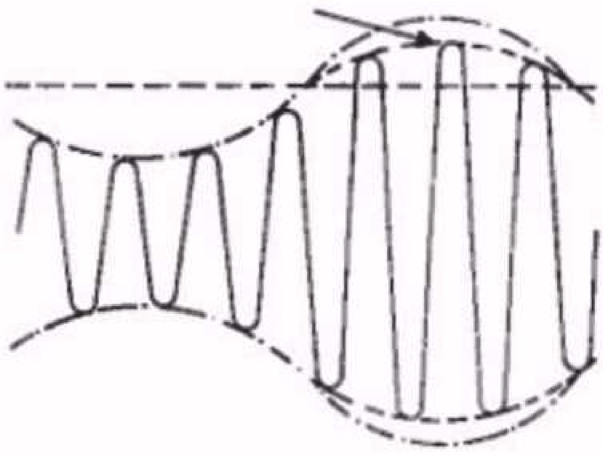
Fig. 4

In stand a van de schakelaar wordt C83 kortgesloten en krijgt de spoel S24 uit de primaire kring geen energie toegevoerd, waardoor de extra koppeling tussen de primaire en secundaire kringen is uitgeschakeld. In dat geval is de bandbreedte van de selectiviteitskromme smaller, d.w.z. minder weergave kwaliteit, doch grotere selectiviteit.

De bandbreedte in positie 'smal' is bij een verzwakking van 1 : 10 11 kHz; in de positie 'breed' wordt dit 17 kHz.

c. *A.V.R.-schakeling*

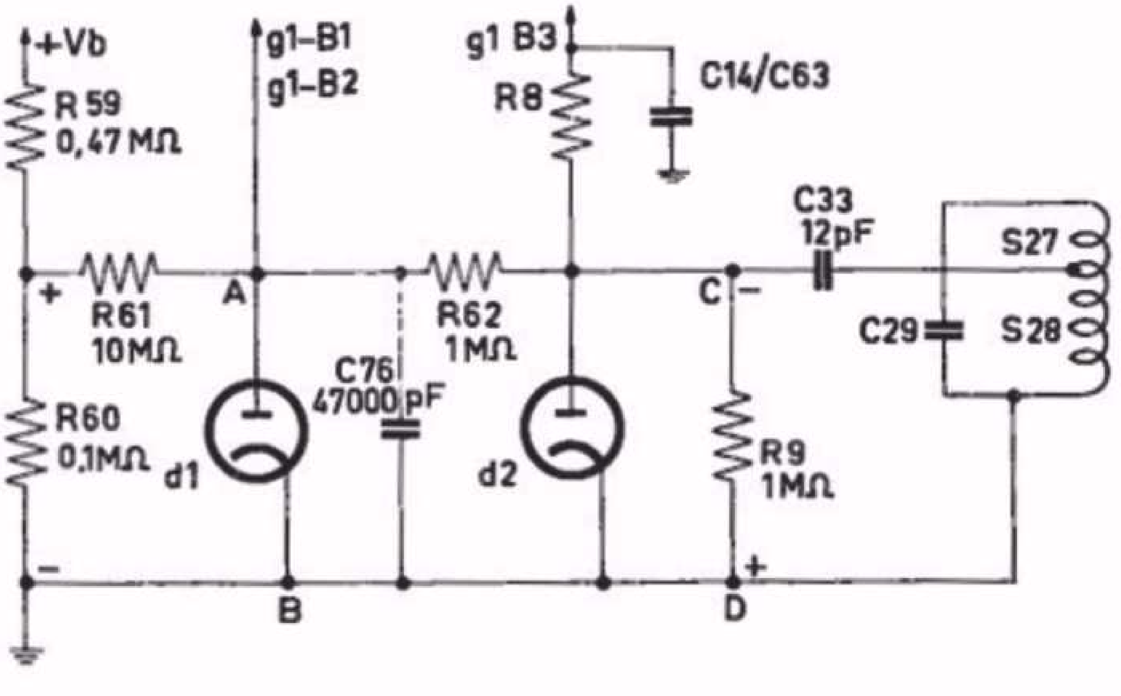
De ontvangtoestellen, die in de vorige twee lessen zijn beschreven, waren voorzien van een onvertraagde fadingcompensatie. In les 19, paragraaf 87, hebben we gezien dat dan zwakke zenders niet altijd op volle sterkte ontvangen zullen worden. Daarom is deze ontvanger voorzien van een vertraagde fadingcompensatie. Nu heeft de schakeling, die in fig. 13 van les 19 is afgebeeld het nadeel, dat in bepaalde omstandigheden vervorming kan optreden. Dit wordt veroorzaakt door de A.V.R. diode, die bij een bepaalde signaalsterkte, ter waarde van de vertragingsspanning, het ene moment geleidend is en het andere moment niet geleidend is. Hierdoor wordt de kring, waarop de diode is aangesloten, het ene moment wel gedempt, het andere moment niet. De spanning over die kring krijgt dan de vorm van fig. 5, waardoor de LF modulatiespanning wordt vervormd.



Het beeld van een gemoduleerde draaggolf, die door de vertraagde A.V.R.-schakeling vervormd wordt.

Fig. 5

Om dit te voorkomen, wordt gebruik gemaakt van een extra diode. Aangezien reeds twee dioden worden toegepast, namelijk een voor detectie en een voor het opwekken van de A.V.R.-spanning, wordt deze schakeling de drie-diodenschakeling genoemd. Het principe van deze schakeling is in fig. 6 afgebeeld.



Principeschema van de 3-diodenschakeling

Fig. 6

De diode d2 is via C33 op de voorlaatste MF kring S27-S28-C29 aangesloten. Zodra een MF spanning over de kring komt, ontstaat over R9 een gelijkspanning,die als onvertraagde A.V.R. spanning voor B3 wordt gebruikt. De diode d1 is via R61 en een spanningsdeler, bestaande uit R59-R60, met de positieve voedingsspanning + Vb verbonden. Dientengevolge vloeit een stroom door de diode d1. Onder deze omstandigheden is de inwendige weerstand van de diode vrij klein, nl. circa 50.000 Ω. Gezien vanuit het punt C, staat over de punten C en D een potentiometer, bestaande uit R62 (1 MΩ) en de diode weerstand Rd1 (circa 50.000 Ω). Over de punten A en B.dus over C76, komt dus practisch geen regelspanning te staan; dit komt hierop neer, dat de stuurroosters van B1 en B2 , die met punt A zijn verbonden, via de diode d1 aan aarde liggen. Deze buizen ontvangen hun negatieve roosterspanning dan uitsluitend van hun kathodeweerstanden R3 en R56. Enerzijds werkt nu op punt A via R61 een kleine positieve spanning, anderzijds een kleine negatieve spanning via R62. Zolang de positieve spanning overheerst, blijft de diode d1 stroom trekken en komt er geen regelspanning voor B1 en B2 ter beschikking. Voor sterkere zenders neemt de regelspanning over C-D toe en vanaf een bepaalde sterkte zal de negatieve spanning zo hoog zijn, dat punt A negatief wordt ten opzichte van aarde. Vanaf dat moment vloeit door de diode d1 geen stroom meer en wordt de inwendige weerstand Rd1 zeer groot. Nu wordt de spanningsdeling over R62 en Rd1 veel gunstiger en komt de regelspanning ook ter beschikking van de roosters van B1 en B2. In de schakeling van fig. 15 wordt de diode d1 gevormd door het remrooster van B3 en kathode. Het remrooster funcionneert dus als de anode van de diode.

d. De volume- en toonregeling (fig. 7)

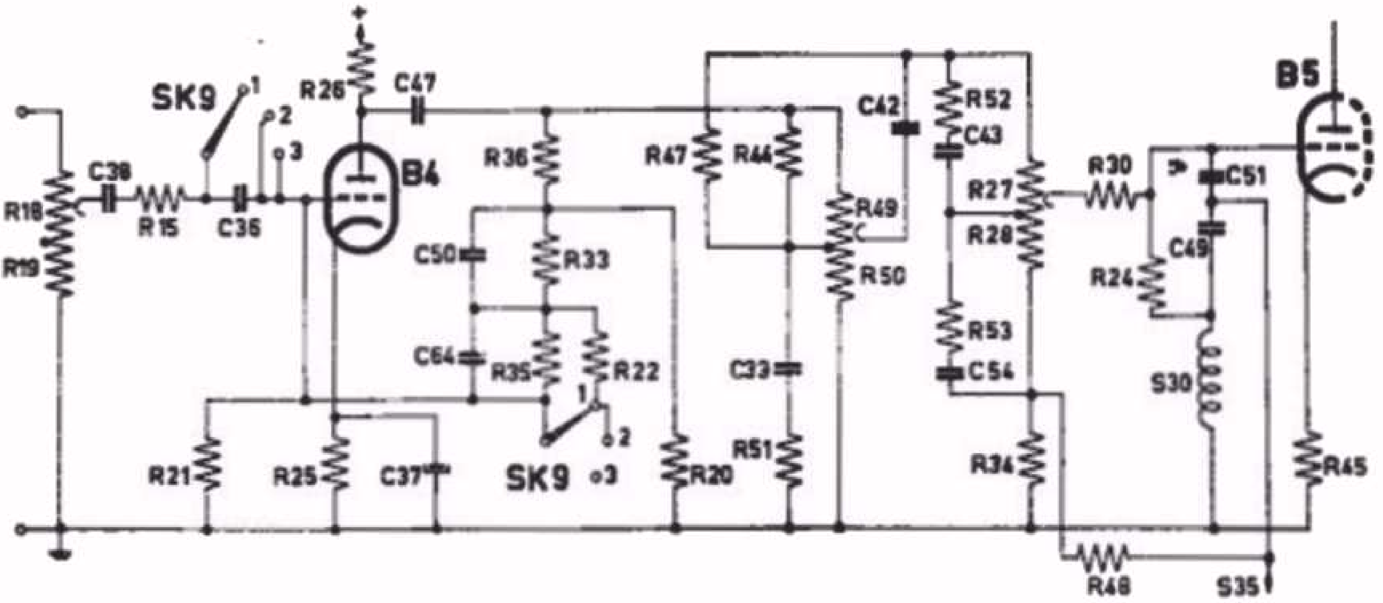
De rechter diode in B3 is de detectordiode. Het gedetecteerde signaal komt over R10+R12 te staan. De gelijkspanning over R12 wordt benut voor sturing van de optische afstemindicator B10.

De LF spanning over R12 wordt toegevoerd aan de eerste volumeregelaar R18-R19. Deze volumeregelaar is gekoppeld met de tweede volumeregelaar R27-R28, waarover de filters R52-C43 en R53-C54 geschakeld zijn. Hiermede wordt een physiologische toonregeling verkregen (zie les 23 paragraaf 101).

Tussen beide volumeregelaars is de eerste LF versterktriode met weerstandskoppeling geschakeld. Deze koppeling ziet er wel heel wat gecompliceerder uit dan we tot nu toe in de behandelde schema's hebben ontmoet.Het heeft voor ons doel geen zin deze schakeling in detail te ontleden. Voor een beter begrip willen wij echter wel de hoofdzaken laten zien.

1. De basschakelaar

Vanaf de eerste volumeregelaar R18-R19 passeert het LF signaal C38, R15 en de schakelaar SK9. In de getekende stand 1 in fig.7 is een extra condensator C36 van 470 pF in serie geschakeld.



Schema van het L.F. gedeelte met volume- en toonregeling

Fig. 7

Hiermede worden de lage tonen verzwakt. In de standen 2 en 3 is C36 kortgesloten, zodat dan alleen C38 (3900 pF) als koppelcondensator dienst doet. Verder bedient SK9 een filter, dat in het tegenkoppelingscircuit in de anodeketen is opgenomen. Van de anodeketen wordt namelijk via een frequentie-afhankelijke filtercombinatie R36-C33/C50 -R35/C64 een spanning in tegenfase naar het stuurrooster van B4 teruggevoerd. Nu zijn de waarden van C64 en R35 zo gekozen (270 pF resp. 6,8 MΩ) dat zij gezamenlijk voor de lagere frequenties een veel grotere weerstand vormen, dan voor de hoge frequenties. Dit heeft tot gevolg, dat voor de lage frequenties de tegengekoppelde spanning veel kleiner is dan voor de hoge frequenties, d.w.z. de lage frequenties worden ten opzichte van de hoge frequenties meer versterkt.

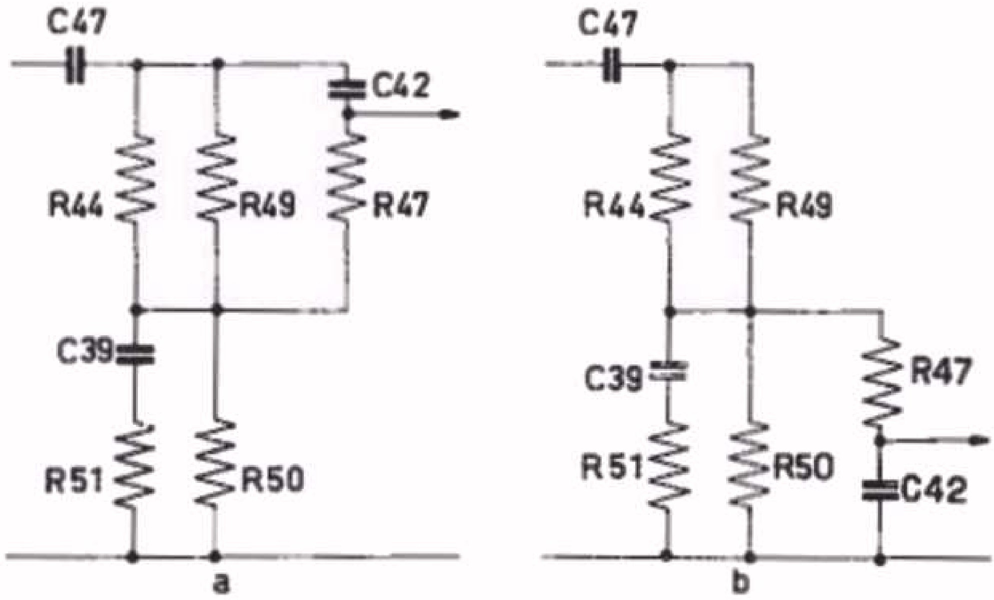
Als de schakelaar SK9 in stand 1 staat, wordt parallel aan R35-C64 een weerstand R22 (0,56 MΩ) geschakeld, waardoor de werking van het filter veel minder effectief is. De lage frequenties worden dan meer tegengekoppeld en dus minder versterkt. De schakelaars SK9 in fig. 7 werken gelijktijdig. De situatie in de drie posities van SK9 is nu als volgt:

Stand 1: minimum aan lage tonen -	C36 in serie met C38-R15
	R22 parallel aan R35-C64
Stand 2: normale weergave	C36 kortgesloten
	R22 parallel aan R35-C64
Stand 3: maximum aan lage tonen -	C36 kortgesloten
	R22 uitgeschakeld.

2. *De toonregeling*

De toonregeling (voor de hoge tonen) wordt verkregen met de potentiometer R49-R50 in combinatie met R44-C39-R51-R47-C42.

Als de loper van de potentiometer aan de top staat, heeft men een maximum aan hoge tonen. In dat geval ontstaat de situatie van fig. 8a. Het LF-signaal komt dan van de anode van B4, via C47 en C42 naar de tweede volumeregelaar. De waarden van de weerstanden en condensatoren zijn zo gekozen, dat de hoge tonen ten opzichte van de lage tonen veel beter doorkomen. In de andere uiterste positie (fig. 8b) van de toonregelaar worden de hoge tonen sterk verzwakt (door de potentiometerwerking van R47-C42), terwijl de lage tonen juist beter worden doorgelaten.



Detail van het toonregelingsgedeelte van fig. 7
a. In de positie van hoge tonen-weergave
b. In de positie van onderdrukking der hoge tonen

Fig. 8

3. *Fluitfilter*

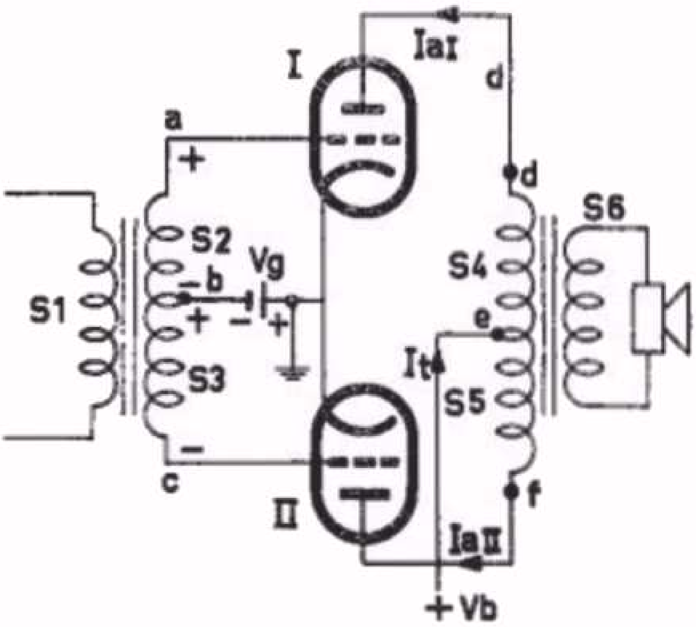
In de roosterketen van B5 bevindt zich een seriekring C49-S30, die afgestemd is op een frequentie van 9000 Hz. In les 10, paragraaf 53, hebben we gezien dat de draaggolven van de verschillende zenders op een bepaalde vaste frequentie-afstand(9 of 10 kHz) van elkander liggen. Nu zendt een zender niet alleen de draaggolf uit, maar een complete frequentieband, waarvan de breedte wordt bepaald door de hoogste modulatie-frequentie. De resonantiekromme van de afstemkringen moet daarom minstens zo breed zijn, dat de modulatieband zo goed mogelijk wordt doorgelaten. Hierdoor is het echter tevens mogelijk, dat de zijband van de naastbij liggende zender, of zelfs de draaggolf daarvan, in het ontvangtoestel doordringt. De twee draaggolven, namelijk de gewenste en de ongewenste, veroorzaken zogenaamde zwevingen, waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de twee draaggolffrequenties. Deze verschilfrequentie wordt na detectie hoorbaar. Bij een onderlinge frequentie-afstand van 9 kHz zal dan een fluittoon van 9000 Hz te horen zijn. Aangezien een dergelijke toon, zelfs al is ze zeer zwak, zeer hinderlijk kan zijn, is in deze ontvanger parallel aan de secundaire S35 van de luidsprekertransformator een zogenaamd fluitfilter, C49-S30 ,aangebracht. Voor de frequentie van 9000 Hz vormt dit filter een kortsluiting, waardoor de fluitstoring sterk wordt onderdrukt.

C49-S30 maken tevens deel uit van een tegenkoppelingscircuit, waardoor de frequentie van 9000 Hz wordt tegengekoppeld en de storingsonderdrukking nog effectiever wordt.

e. Balans-eindtrap + fase-omkeerschakeling

Tot nu toe hebben wij alleen eindtrappen behandeld, waarin slechts één eindbuis werd gebruikt. Wil men een groter eindvermogen verkrijgen, dan kan men zijn toevlucht nemen tot een buis voor groter vermogen of enige buizen in parallelschakeling.

Een andere oplossing is twee buizen in balansschakeling. Het principe van deze schakeling is in fig. 9 afgebeeld. Hierin wordt de LF wisselspanning via een transformator, waarvan de secundaire wikkeling van een middenaftakking is voorzien, aan de roosters van de eindbuizen I en II gelegd. De middenaftakking ligt voor de wisselspanning aan aarde. Bekijken we nu op een bepaald moment van de wisselspanning de polariteit van de secundaire wisselspanning aan de punten a en c, dus aan de roosters, t.o.v. katnode, dan zien we dat punt a positief is als punt c negatief is t.o.v. aarde. De spanningen aan de roosters van de buizen I en II zijn dus in tegenfase. In de anode-keten bevindt zich weer een transformator (de uitgangstransformator), waarvan de primaire eveneens van een middenaftakking is voorzien. Via deze aftakking wordt de voedingsspanning aan de anoden toegevoerd.



Principe van de balansschakeling van eindbuizen.

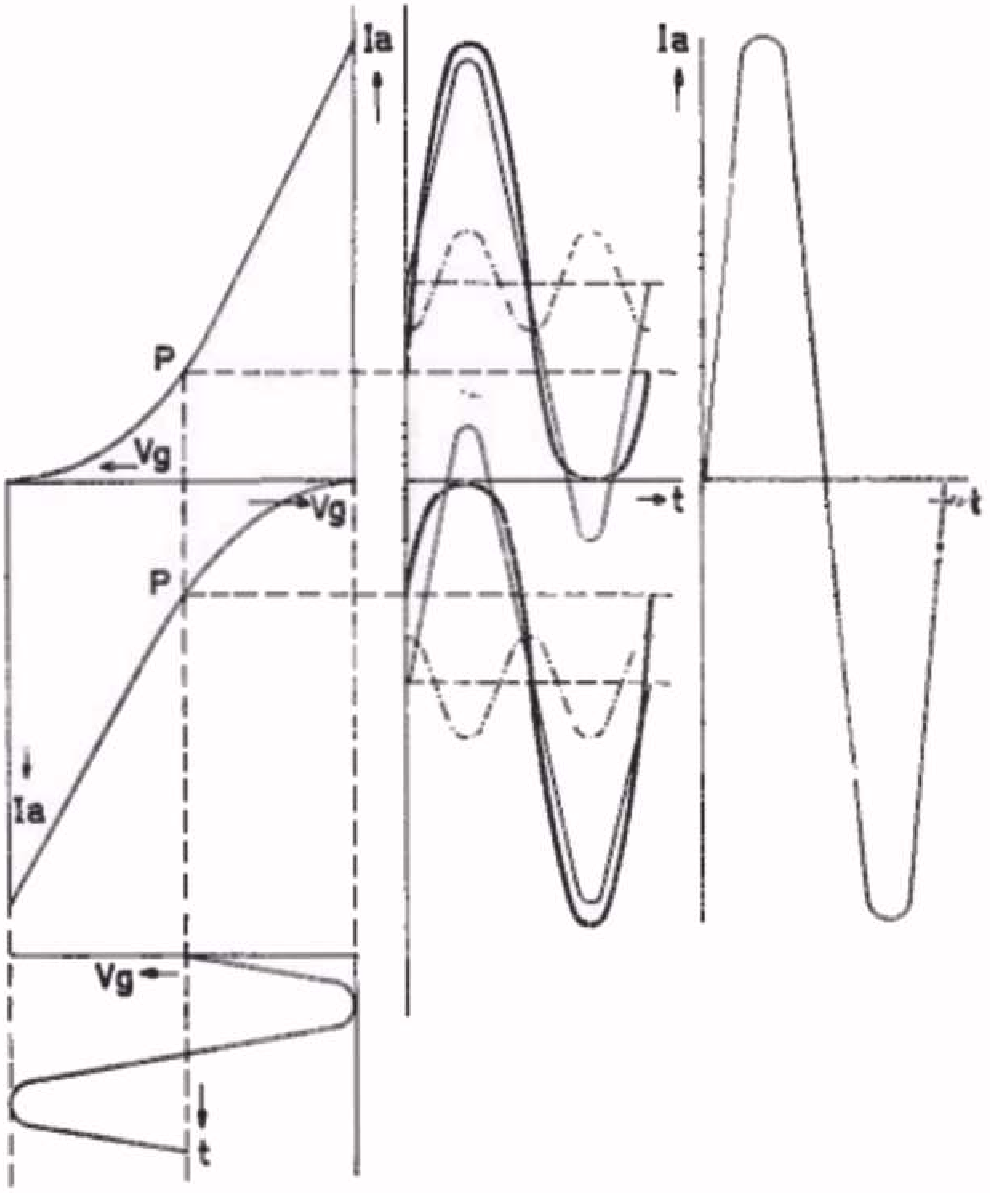
Fig. 9

Aan S4 van de primaire wikkeling van de uitgangstransformator ontstaat nu een wisselspanning die in negatieve richting toeneemt als de roosterspanning in positieve richting verandert. Tegelijkertijd verandert de roosterspanning van de onderste buis in negatieve richting, waardoor de anodespanning over S5 in positieve richting verandert. D.w.z. dat de spanning in punt d ten opzichte van punt e afneemt, naarmate de spanning in punt f ten opzichte van punt e toeneemt. De wisselstromen in de beide primaire transformatorwikkelingen induceren elk wisselstromen in de secundaire wikkeling S6, en wel zodanig dat deze bij elkander worden opgeteld.*

De Engelse benaming van balansschakeling is 'push-pull' schakeling (push = druk, pull = trek); terwijl in de ene buis de stroom als het ware gedrukt of gestuwd wordt, wordt aan de stroom in de andere buis getrokken. Vandaar de naam push-pull.

De anode-gelijkstromen van beide eindbuizen lopen daarentegen in tegengestelde richting door de primaire wikkeling van de uitgangstransformator (zie in fig. 9 Ia1 en Ia2). Het magnetische veld dat door Ia1 in de transformatorkern wordt opgewekt is juist tegengesteld gericht aan dat van Ia2, d.w.z. bij balansschakeling heeft men geen gelijkstroom-voormagnetisatie van de kern. Dit heeft tot gevolg dat de afmetingen van de kern kleiner kunnen zijn dan van een transformator voor een overeenkomstig vermogen met een enkele eindbuis. Bovendien is dit zeer gunstig uit oogpunt van vervorming.

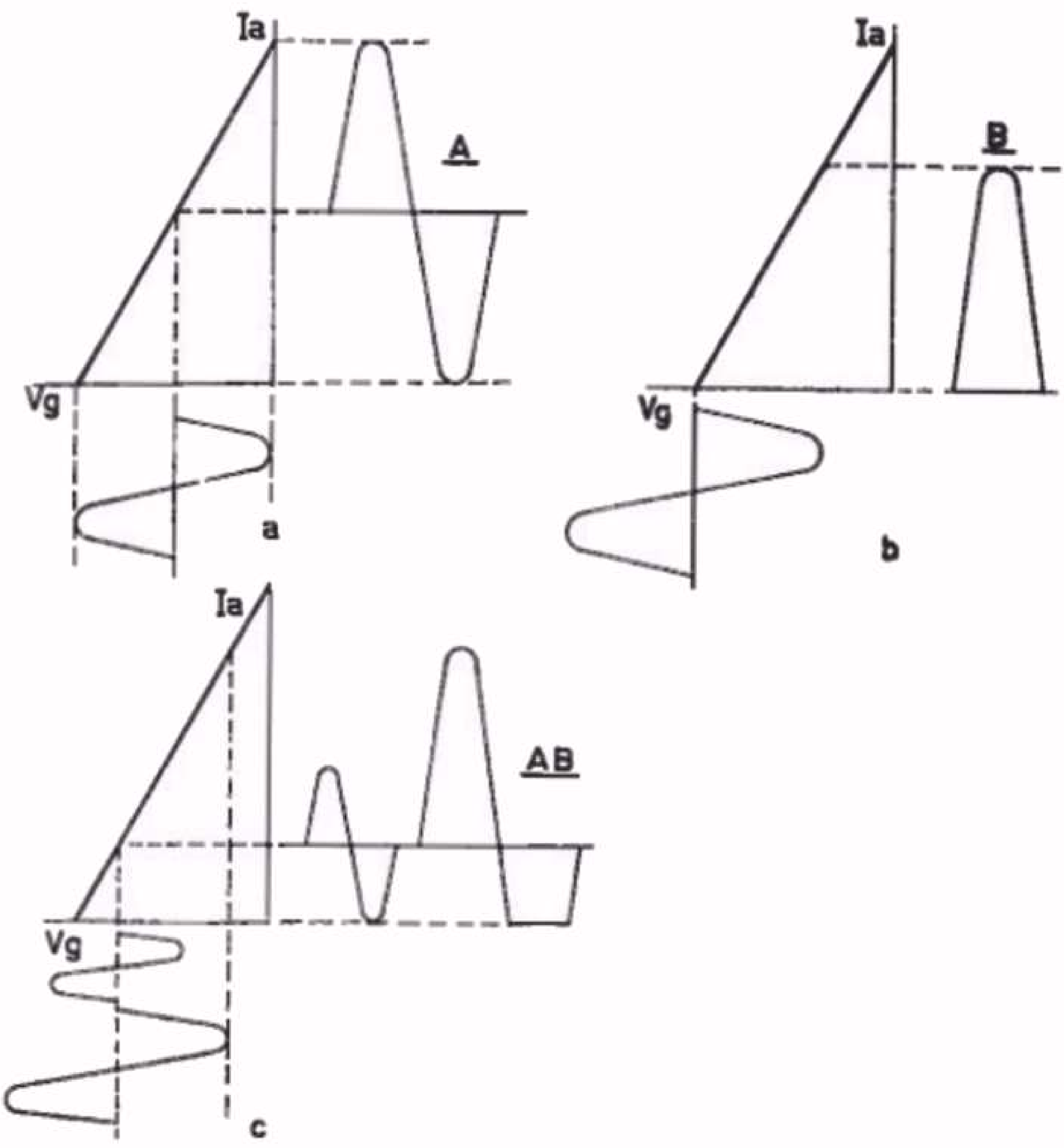
Als men nu de Ia/Vg karakteristieken van de beide buizen zodanig combineert dat de karakteristiek van de onderste buis 180° gedraaid is, en de beide werkpunten op dezelfde verticale lijn liggen, ontstaat fig. 10. Legt men nu aan de stuurroosters een wisselspanning aan, dan ontstaat inde anodeketens van de buizen een vervormde anodewisselstroom (zie hiervoor ook les 23, paragraaf 102, fig. 8). Deze vervorming bestaat daaruit dat de anode-wisselstroom behalve de oorspronkelijke grondfrequentie tevens een anodestroomcomponent bevat met de dubbele frequentie(men noemt dit de tweede harmonische), en dikwijls ook nog één met de drievoudige frequentie (derde harmonische). In fig. 10 is de component met de dubbele frequentie gestippeld aangegeven. Tellen we nu in deze figuur de beide anodewisselstromen bij elkander op, dan blijken de componenten van de tweede harmonische elkander op te heffen, d.w.z. de vervorming is verdwenen. In werkelijkheid zal de vervorming niet geheel verdwenen zijn, maar in elk geval belangrijk verminderd.



Grafische voorstelling van de balanswerking met behulp van de Ia/Vg karakteristieken van de eindbuizen.

Fig. 10

Nu onderscheidt men de balansschakelingen in verschillende klassen, afhankelijk van de instelling van het werkpunt.



a. Klasse A-instelling van een buis
b. Klasse B-instelling van een buis
c. Klasse AB-instelling van een buis

Fig. 11

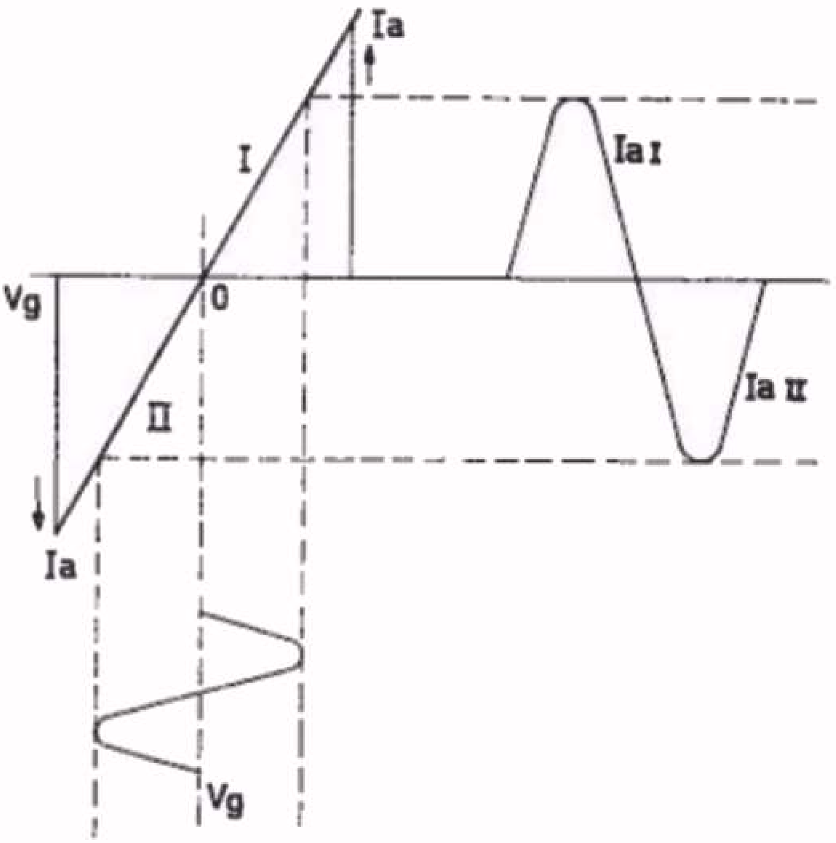
1. Klasse A-instelling (fig. 11a)

Onder klasse A-instelling verstaat men de instelling van de buis waarbij de negatieve roosterspanning zodanig wordt gekozen dat gedurende de gehele periode van de roosterspanning de anodestroom vloeit. (Het werkpunt bevindt zich dan ongeveer in het midden van het rechte gedeelte van de karakteristiek).

2. Klasse B-instelling (fig. 11b)

Bij deze instelling van de buis kiest men de negatieve roosterspanning zodanig dat de anodestroom juist nul wordt. Het werkpunt

in rusttoestand, dit is zonder rooster-wisselspanning, valt dan samen met het afknijppunt van de karakteristiek (zie ook les 14, paragraaf 62). Als nu een sinusvormige wisselspanning op het rooster komt, blijkt de anodestroom uitsluitend uit halve sinusvormige golven te bestaan. Bij toepassing van een enkele eindbuis in deze instelling zou dit natuurlijk een hevige vervorming tengevolge hebben. Zodra twee buizen met B-instelling in balans geschakeld worden, passen de twee halve golven van de anodestroom op elkaar aan, zodat weer een volledige sinusvormige anodewisselstroom ontstaat (zie ook fig. 12).



Grafische voorstelling van de balanswerking van 2 in klasse B geschakelde buizen.

Fig.12

3. *Klasse AB instelling (fig. 11c).*

Indien men het werkpunt van de buis zodanig kiest dat de anodestroom bij kleine signalen wél gedurende de gehele roosterwisselspanningsperiode vloeit, maar bij grote signalen gedurende een gedeelte van de periode gelijk aan nul is, spreekt men van klasse AB-instelling.

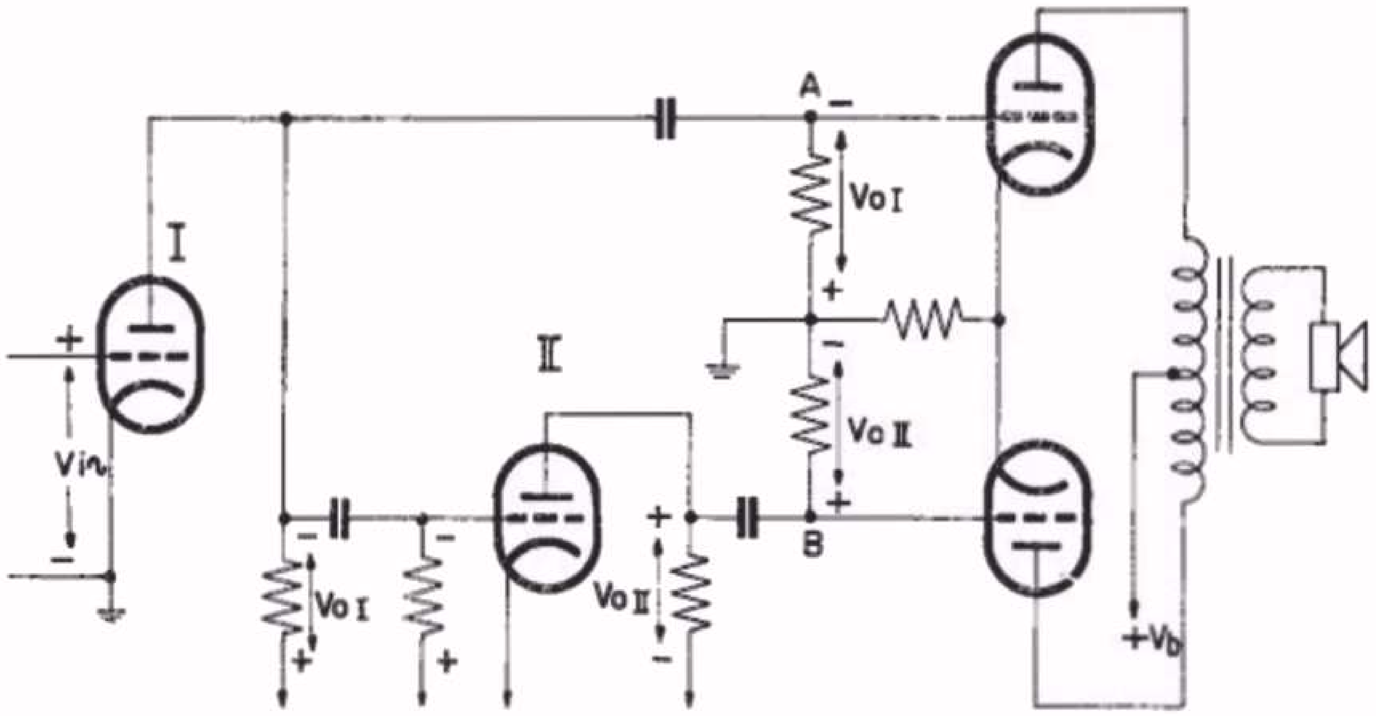
De instellingen klasse B en AB worden meestal in versterkers toegepast. Ze hebben, in het bijzonder klasse B, het grote voordeel van een uiterst gunstig rendement, d.w.z. een gunstige verhouding van het uitgangsvermogen tot het door de anoden opgenomen vermogen.

In ontvangtoestellen heeft men in de meeste gevallen met klasse A instelling, soms met klasse AB instelling te maken, omdat daarbij minder eisen aan het voedingsgedeelte worden gesteld. De eindtrap van de ontvanger fig. 15 is dan ook geschakeld volgens klasse A. Men ziet dit onmiddellijk uit de spannings- en stroomtabel; voor de anoderuststroom van de eindbuizen EL41 is een waarde van ca. 27 mA gepubliceerd.

Fase-omkeertrap

Uit het begin van de behandeling van de balansschakeling bleek, dat we voor de balanseindtrap twee roosterwisselspanningen moeten hebben.

ben, die met elkander in tegenfase moeten zijn. In fig. 9 werd dit met een transformator met een secundaire middenaftakking bereikt. Nu hebben we in les 16, paragraaf 73, gezien, dat met transformatorkoppeling moeilijk een frequentie-onafhankelijke overdracht van de wisselspanning te realiseren is. Daarom wordt tegenwoordig hoofdzakelijk gebruik gemaakt van een fase-omkeertrap met versterkbuizen. Het principe is in fig. 13 weergegeven. Hierin is I de eerste L.F.



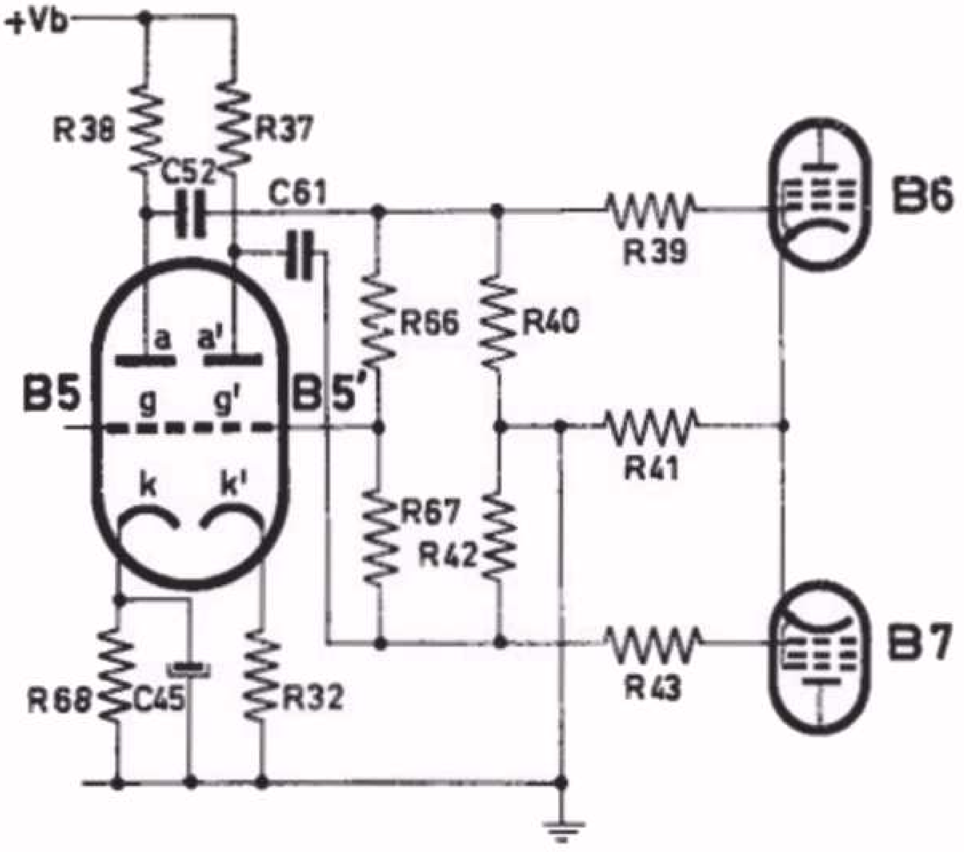
Principe van de L.F.versterk- en fase-omkeertrap
I de L.F.versterkbuis
II de fase-omkeerbuis.
Fig. 13

versterkbuis. Hiervan weten we (zie hiervoor o.a. les 23, paragraaf 102 en les 26, paragraaf 111) dat de anodewisselspanning in tegenfase is met de roosterwisselspanning. De anodewisselspanning wordt toegevoerd aan een tweede buis (II), waarin de fase van de wisselspanning weer wordt omgekeerd. De anodewisselspanning van buis II is dus nu in tegenfase met die van buis I. Als we er nu voor zorgen dat de versterking van de buis II (de z.g. fase-omkeerbuis) gelijk aan 1 is, krijgen we aan de punten A en B twee wisselspanningen, waarvan de amplituden gelijk, doch tegengesteld in fase zijn.

Deze wisselspanningen worden nu aan de stuurroosters van de in balans geschakelde eindbuizen toegevoerd.

Om een even grote anodewisselspanning van buis II te verkrijgen, wordt meestal slechts een gedeelte van de anodewisselspanning van buis I aan het rooster van buis II toegevoerd. Bovendien wordt buis II zodanig tegengekoppeld, dat de versterking van de buis sterk wordt gereduceerd. Op deze wijze ontstaat figuur 14. Als L.F. versterk- en fase-omkeerbuis wordt de dubbele triode ECC40 gebruikt. Het linker triode-systeem functionneert als L.F. versterker. De anodewisselspanning over R38 wordt via de koppelcondensator C52 aan het

stuurrooster van deene eindbuis B6 toegevoerd. Verder staat parallel aan R38 de spanningsdeler R66-R67-R42. Via deze spanningsdeler komt een gedeelte van de uitgangsspanning van de linker triode op het stuurrooster van de rechter triode B5'. De versterking van deze triode is zodanig ingesteld dat haar uitgangsspanning weer gelijk is aan die van de L.F. triode B5. Dit wordt bereikt door tegenkoppeling nl. een niet ontkoppelde kathode-weerstand R32 en tegenkoppeling van de anode via C61 en R67 naar het rooster.



Vereenvoudigd schema van de L.F. versterk- en fase-omkeertrap met de ECC40 van het schema van fig. 15.

Fig. 14

De beide eindbuizen EL41 hebben een gemeenschappelijke kathodeweerstand, R41, die niet ontkoppeld is.

f. *Voeding*

Aangezien het stroomverbruik van de 7 ontvang- en versterkbuizen te groot is voor één gelijkrichtbuis AZ41, zijn twee buizen van dit type parallel geschakeld.

Ook in deze ontvanger is een extra maatregel tegen brom getroffen. Zoals in les 29 reeds is beschreven, is de eerste L.F. versterkbuis het meest gevoelig voor brom. Gezien vanaf het stuurrooster van deze buis volgt immers de totale L.F. versterking. Daarom is parallel aan de gloeidraad van deze buis (EBC41) een potentiometer R64 aangebracht waarvan het schuifcontact met aarde is verbonden. Deze potentiometer wordt eenmaal op minimum brom ingesteld en daarna vastgezet.

Tenslotte geven wij in onderstaande tabel de waarden vande spanningen en stromen van de verschillende electroden der buizen.

g. *Spanningen en stromen*

Buistype			Va	Vg2	Vk	Ia	Ig2
B1	EF 41	Penthode	175	80	2	4,8	1,4
B2	ECH42	Hexode	230	75	1,8	2,3	3,1
		Triode	120	-	-	4,4	-
B3	EBF80	Penthode	230	70	-	4,5	1,7
B4	EBC41	Triode	95	-	1,1	0,45	-
B5	ECC40	Triode (B5)	80	-	1,8	0,85	-
		Triode (B5')	80	-	1,8	0,85	-
B6	EL 41	Penthode	260	230	6	27	3,7
B7	EL 41	Penthode	260	230	6	27	3,7
B10	EM 34	Afstemindicator	230	-	-	0,95	-
			V	V	V	mA	mA

V_{C1} = 270 V V_{C2} = 230 V I_{tot} = 300 mA (220 V - 50 Hz)

Deze gemiddelde waarden zijn gemeten met het universeel meetinstrument GM 4257, terwijl geen signaal op de antenne aanwezig is.

h. *Het meten van de trapversterking*

In de volgende tabel zijn de gemeten trapversterkingen gepubliceerd. Zij zijn op dezelfde wijze gemeten als in de twee vorige lessen is beschreven. Aangezien wij in deze lessen de verschillende handelingen uitvoerig hebben vermeld, willen wij thans volstaan met de publicatie van de tabel.

Gemeten trapversterkingen

Meetpunten	Frequentie	Versterking Lab. meting	Versterking Met GM 7628
1-2 Antenne-g1B1	KG2a - 21,6 Mc/s	1,2	1-2
1-2 Antenne-g1B1	KG2b - 15,25Mc/s	3,37	2-3
1-2 Antenne-g1B1	KG2c - 11,7 Mc/s	2,5	2-5
1-2 Antenne-g1B1	KG2d - 9,55 Mc/s	2,3	2-5
1-2 Antenne-g1B1	KG3 - 10,1 Mc/s	1,6	1-2
1-2 Antenne-g1B1	MG - 1 Mc/s	2,5	2-5
2-3 g1B1-g1B2	KG2a - 21,6 Mc/s	3,3	2-5
2-3 g1B1-g1B2	KG2b - 15,25Mc/s	7	5-10
2-3 g1B1-g1B2	KG2c - 11,7 Mc/s	9,5	10-25
2-3 g1B1-g1B2	KG2d - 9,55 Mc/s	16	10-25
2-3 g1B1-g1B2	KG3 - 10,1 Mc/s	13	10-25
2-3 g1B1-g1B2	MG - 1 Mc/s	8,5	5-10
3-4 g1B2-g1B3	MF - 452 kc/s	75	50-100 *
3-4 g1B2-g1B3	MF - 452 kc/s	75	10 **
4-5 g1B3-detect.diode	MF - 452 kc/s	125	100-150
5-6 detect.diode-g1B4	MF - 452 kc/s	1/29	1/25-1/50
6-7 g1B4-g1B5	LF - 400 c/s	4,5	5-10
7-8 g1B5-g1B5'	LF - 400 c/s	4,2	5-10
7-9 g1B5-g1B6	LF - 400 c/s	7	5-10
7-10 g1B5-g1B7	LF - 400 c/s	7	5-10
9-11 g1B6-luidspreker	LF - 400 c/s	ca 1	ca 1
10-11 g1B7-luidspreker	LF - 400 c/s	ca 1	ca 1

* gemeten bij verzwakte AVR spanning: een weerstand van 0,1 MΩ parallel aan C76.

** gemeten bij volle A.V.R. spanning.

SAMENVATTING

1. Door aanbrengen van een extra koppelspoel in het eerste bandfilter kan de bandbreedte van de selectiviteitskromme gevarieerd worden.

2. Bij de 3-diodenschakeling wordt een extra diode toegepast, die voor de vertragingsspanning van de A.V.R. zorgt. Deze derde diode wordt in de besproken schakeling gevormd door het remrooster en kathode van de M.F. buis.

3. Door interferentie van de draaggolf van een naburige zender met de gewenste zender kan een hinderlijke fluittoon van 9000 Hz ontstaan. Om deze fluittoon te onderdrukken, is in het L.F. gedeelte een filter, bestaande uit een serieschakeling van een spoel en condensator, opgenomen. Men noemt dit een fluitfilter.

4. Twee buizen zijn in balans geschakeld als de anoden van deze buizen met de 2 uiteinden van de primaire wikkeling van de uitgangstransformator zijn verbonden, waarvan het midden is afgetakt. Ter sturing van deze buizen zijn 2 gelijke roosterwisselspanningen nodig die met elkander in tegenfase zijn.

5. Deze zich in tegenfase bevindende roosterwisselspanningen verkrijgt men door een tussentransformator, waarvan de secundaire wikkeling met een midden-aftakking is voorzien.

6. Een andere oplossing voor de zgn. fase-omkering bereikt men met een extra versterkbuis. Deze buis wordt zodanig ingesteld dat het uitgangssignaal precies gelijk doch in fase tegengesteld is aan dat van de voorgaande L.F. versterkbuis.

7. Bij de balans-schakeling onderscheidt men 3 instellingen:
   a. Klasse A-instelling, waarbij de negatieve roosterspanning van de buis zodanig wordt gekozen dat gedurende de gehele periode van de roosterwisselspanning anodestroom vloeit.
   b. Klasse B-instelling, waarbij de negatieve roosterspanning zodanig gekozen wordt dat de anodestroom juist 0 wordt.
   c. Klasse AB-instelling, waarbij het werkpunt van de buis zodanig gekozen wordt dat de anode stroom bij kleine signalen wel gedurende de gehele roosterwisselspanningsperiode vloeit, maar bij grote signalen gedurende een gedeelte van de periode 0 is.

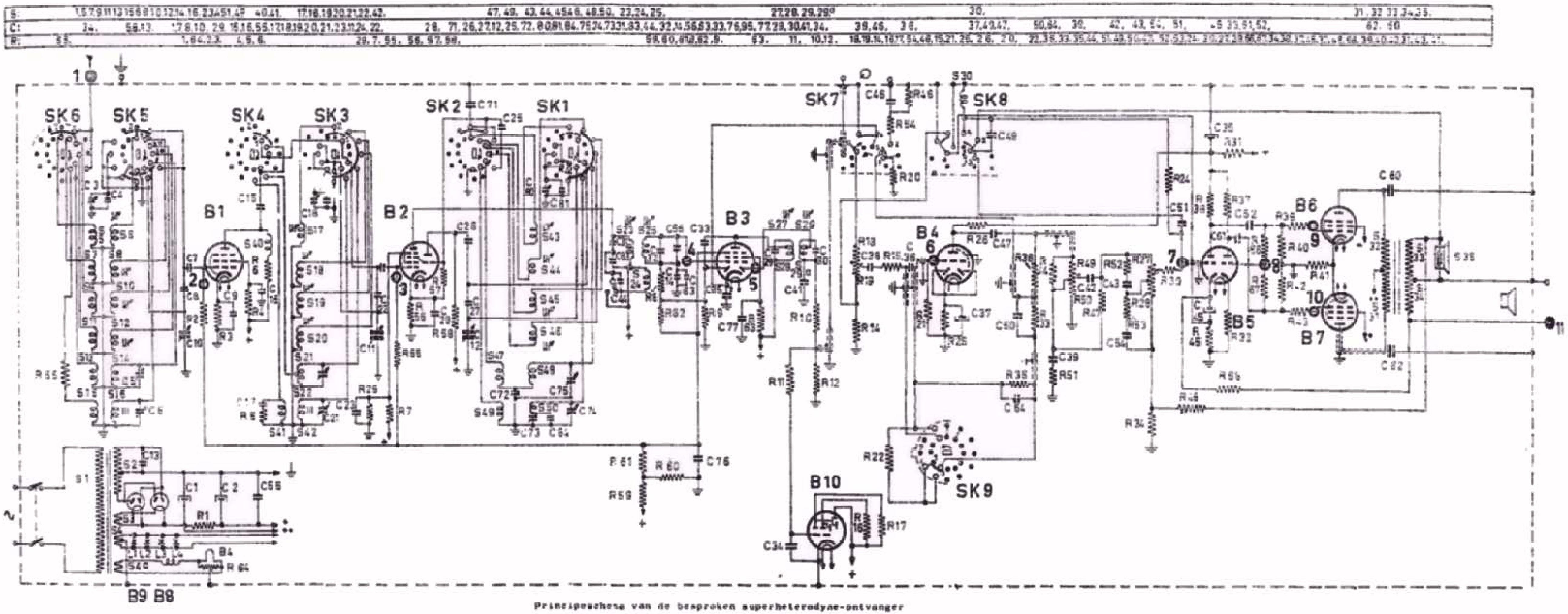
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Teken het schemagedeelte van het L.F. gedeelte van de ontvanger van fig. 15 vanaf de M.F. buis B3 in de positie van de schakelaars SK7 en SK8 voor grammofoonweergave.

2. Als een van de eindbuizen B6 of B7 defect geraakt, wat zult U dan bemerken?

3. Als het ontvangtoestel met de ingebouwde luidspreker normaal speelt, doch een extra luidspreker geeft geen geluid, wat kan hiervan de oorzaak zijn?

4. Als een van de gelijkrichtbuizen B8 of B9 defect geraakt, wat zal er dan gebeuren?



Principeschema van de besproken superheterodyne-ontvanger

I Golfgebied KG2a (2o,55 - 21,3 Mc/s)

II Golfgebied KG2b (18,75 - 15 Mc/s)

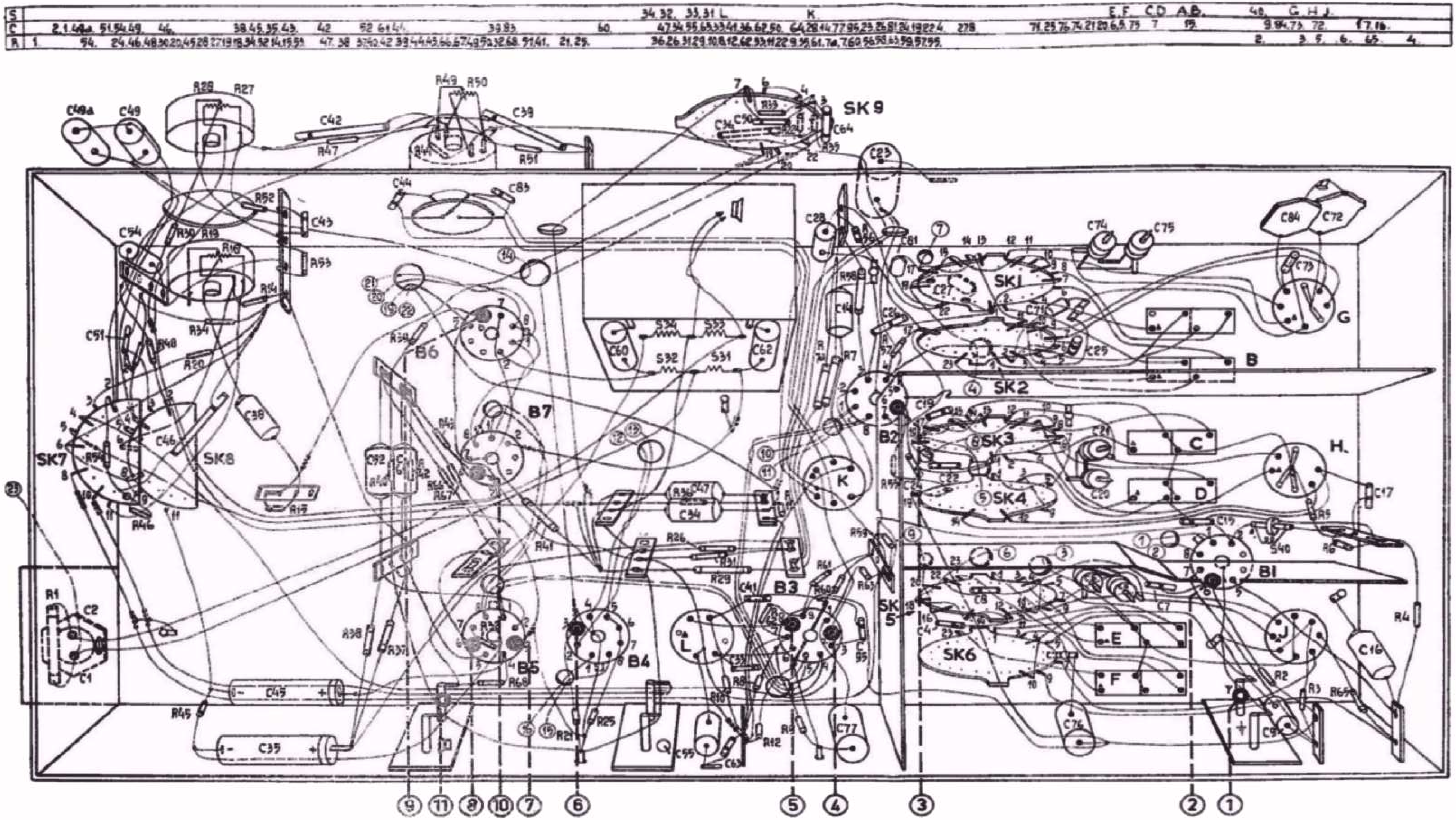
III Golfgebied KG2c (14,39 - 11,5 Mc/s)

IV Golfgebied KG2d (11,72 - 9,3 Mc/s)

V Golfgebied KG3 (10 - 3,28 Mc/s)

VI Golfgebied MG (1622 - 517 kc/s)

Fig. 15



Bedradingstekening van de ontvanger van fig. 15.

Fig. 16

121. Frequentie-modulatie

In les 10 paragraaf 51 werd reeds vermeld, dat het moduleren van de draaggolf kan plaats hebben volgens:
1. amplitude-modulatie,
2. frequentie-modulatie.

Bij de ontvangertheorie, die wij tot nu toe hebben behandeld, hebben wij uitsluitend rekening gehouden met het systeem van amplitude-modulatie (AM). Wij zullen ons thans bezig houden met het systeem van frequentie-modulatie (FM). Wij kunnen ons daarbij allereerst de vraag stellen, waarom frequentie-modulatiewordt toegepast.

Zoals reeds in de vermelde les werd beschreven, neemt elke AM-zender een bepaalde frequentieband in beslag. Deze frequentieband is afhankelijk van de hoogste modulatie-frequentie. Voor een goede kwaliteit is daarom een grote bandbreedte nodig. Door het toenemend aantal zenders is uit frequentie-oogpunt ruimtegebrek ontstaan. Men heeft getracht dit op te lossen door de beschikbare bandbreedte te verkleinen (tot 9 of 10 kHz). Ook hiermede kwam men op de duur niet uit en men zocht de oplossing van dit 'ruimteprobleem' oorspronkelijk in het korte golfgebied van ca 10 tot 60 m. De zenders in dit frequentie-gebied hebben echtervoor locale omroepdoeleinden bepaalde nadelen (fading en geen ontvangst in de z.g. dode zone). Bovendien heeft men bij ontvangst van korte golfzenders met amplitude-modulatie spoediger hinder van electrische storingen en ruis. De nadelen van fading en geen ontvangst in de 'dode zone' worden grotendeels vermeden door gebruikmaking van een golflengte, die nog lager is dan 10 m b.v. 3 m. Bij toepassing van frequentie-modulatie heeft men bovendien minder last van de electrische storingen en ruis.

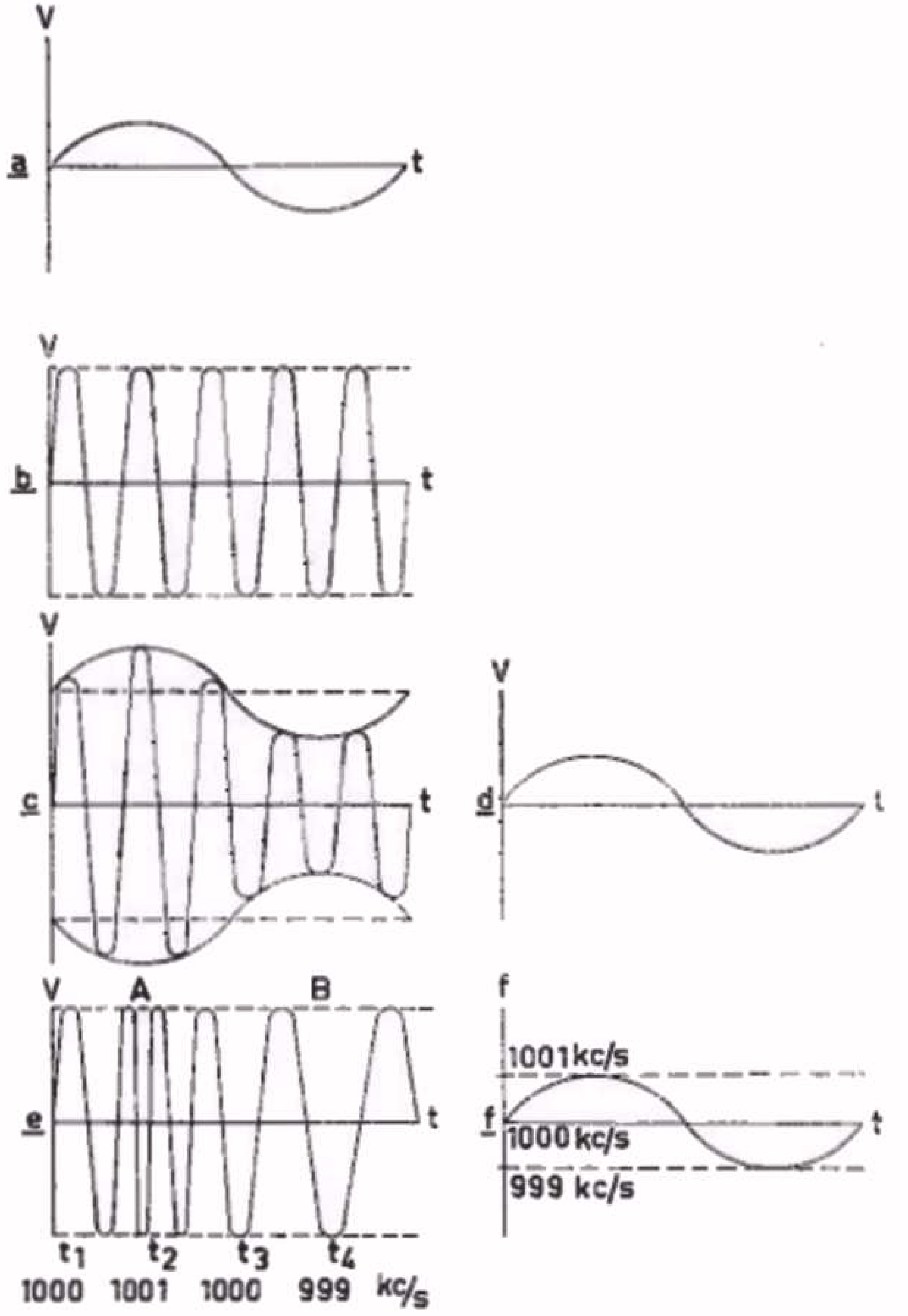
Wat is frequentie-modulatie?

In les 10 en 11 hebben wij reeds gezien wat amplitude-modulatie is. Hierbij varieert de amplitude van de draaggolf in het rhythme van de modulatie-frequentie. In fig. 1a-c hebben wij deze modulatie nog eens grafisch afgebeeld.

Dezelfde draaggolf met dezelfde frequentie gemoduleerd, echter volgens het systeem van frequentie-modulatie, is in fig. 1e voorgesteld. De amplitude is nu constant, de frequentie van de draaggolf varieert echter. Als b.v. de draaggolffrequentie 1000 kHz is en de modulatie-frequentie 1 kHz (= 1000 Hz), dan varieert de frequentie tussen 1001 kHz (punt A in fig. 1f) en 999 kHz (punt B). Bekijken wij deze figuur iets nauwkeuriger, dan zien we dat de frequentie met de tijd verandert. Eerst is zij 1000 kHz; na t2 seconden is zij 1001 kHz om dan weer 1000 kHz te worden en daarna neemt zij af tot 999 kHz. De overeenkomstige LF-verandering is in fig. 1f afgebeeld. Hetzelfde wat in fig. 1c met de amplitude gebeurde, gebeurt in fig. 1e met de frequentie. Vergelijken wij nu de laagfrequentie in fig. 1d met die in fig. 1f, dan is er in het beeld ogenschijnlijkweinig verschil.

In fig. 1d is echter de amplitudeverandering als functie van de tijd weergegeven, in fig. 1f de frequentieverandering.

Het opwekken van een frequentie-gemoduleerde trilling kan op zijn eenvoudigst gebeuren met de schakeling van fig. 2. Hierin is een condensatormicrofoon (Cm) (zie les 9 par. 48) parallel aan de afstemkring van een oscillator geschakeld. Zodra voor de microfoon wordt gesproken, verandert de capaciteit van de microfoon in het rhythme van de spreekfrequenties. Maar hierdoor verandert tevens de afstemming van de oscillatorkring, dus de oscillatorfrequentie in het LF-rhythme. In de practijk gebruikt men andere schakelingen; het voert echter te ver hierop verder in te gaan.



Grafische voorstelling van amplitude - en frequentie-gemoduleerde trillingen.

a - LF-trilling

b - Ongemoduleerde HF-trilling (constante amplitude)

c - Amplitude-gemoduleerde HF-trilling (trilling b gemoduleerd met trilling a)

d - De LF-amplitude-variatie van de gemoduleerde trilling c

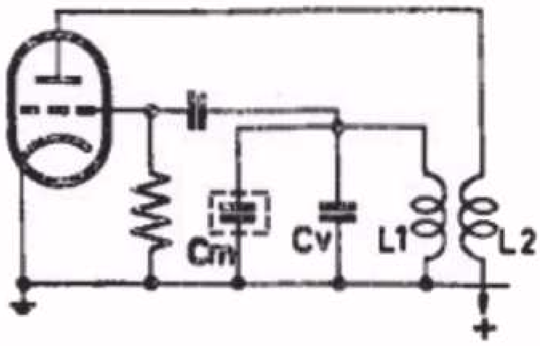
e - Frequentie-gemoduleerde HF-trilling (constante amplitude)

f - LF-frequentie-variatie van de gemoduleerde trilling e.

Fig. 1

Het zal duidelijk zijn dat de frequentie-modulatiemethode ook voor de ontvanger gevolgen heeft. De detector, waar de scheiding van de modulatie

en de draaggolf geschiedt, berust in de AM-ontvanger op de verandering van de amplitude van de draaggolf (les 10). In de FM-ontvanger moet de detector de frequentievariaties van de draaggolf omzetten in LF-spanningsvariaties. Hier wordt de detector dikwijls discriminator genoemd; discriminatie betekent onderscheid maken. (De schakeling moet nl. in staat zijn, deene frequentie van de andere te onderscheiden.)



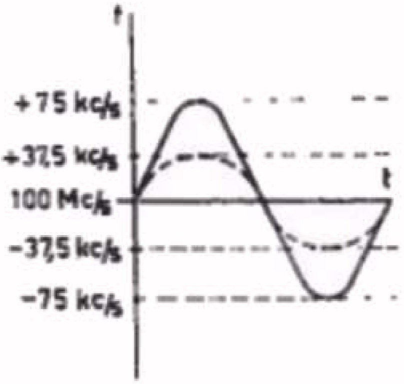
Principeschema van een oscillator waarbij variatie vande frequentie verkregen wordt door middel van een condensator microfoon Cm.

Fig. 2

Bij de AM-ontvanger hebben wij gezien, dat de amplitudevariatie afhankelijk is van de modulatiediepte (zie les 11). Hoe is dit nu bij de FM-ontvanger? In de eerste plaats willen wij opmerken, dat de frequenties die in fig. 1e zijn gekozen in de practijk van de frequentie-modulatie niet voorkomen. De draaggolf-frequenties voor de FM-omroepzenders liggen in de buurt van 100.000 kHz = 100 MHz. Verder heeft men aan de hand van practische proeven en berekeningen vastgesteld, dat een maximale frequentievariatie van ± 75 kHz de meest gewenste is. Is nu de draaggolffrequentie 100 MHz, dan verandert de frequentie, bij maximale modulatie, van 100,075 MHz tot 99,925 MHz.
Dit komt dan overeen met de modulatiediepte van 100% bij amplitudemodulatie. Wanneer minder krachtig gemoduleerd wordt, is ook de frequentievariatie minder. Zo komt b.v. een frequentievariatie van ± 37 1/2 kHz overeen met een modulatiediepte van 50%.

De frequentievariatie van de draaggolf wordt gewoonlijk de frequentiezwaai genoemd. De modulatiediepte bij frequentiemodulatie kan men nu als volgt definiëren: de frequentiezwaai, gedeeld door de max. frequentiezwaai maal 100%.

In fig. 3 geeft de volle lijn de situatie weer, die overeenkomt met een modulatiediepte van 100%, de gebroken lijn die van 50%



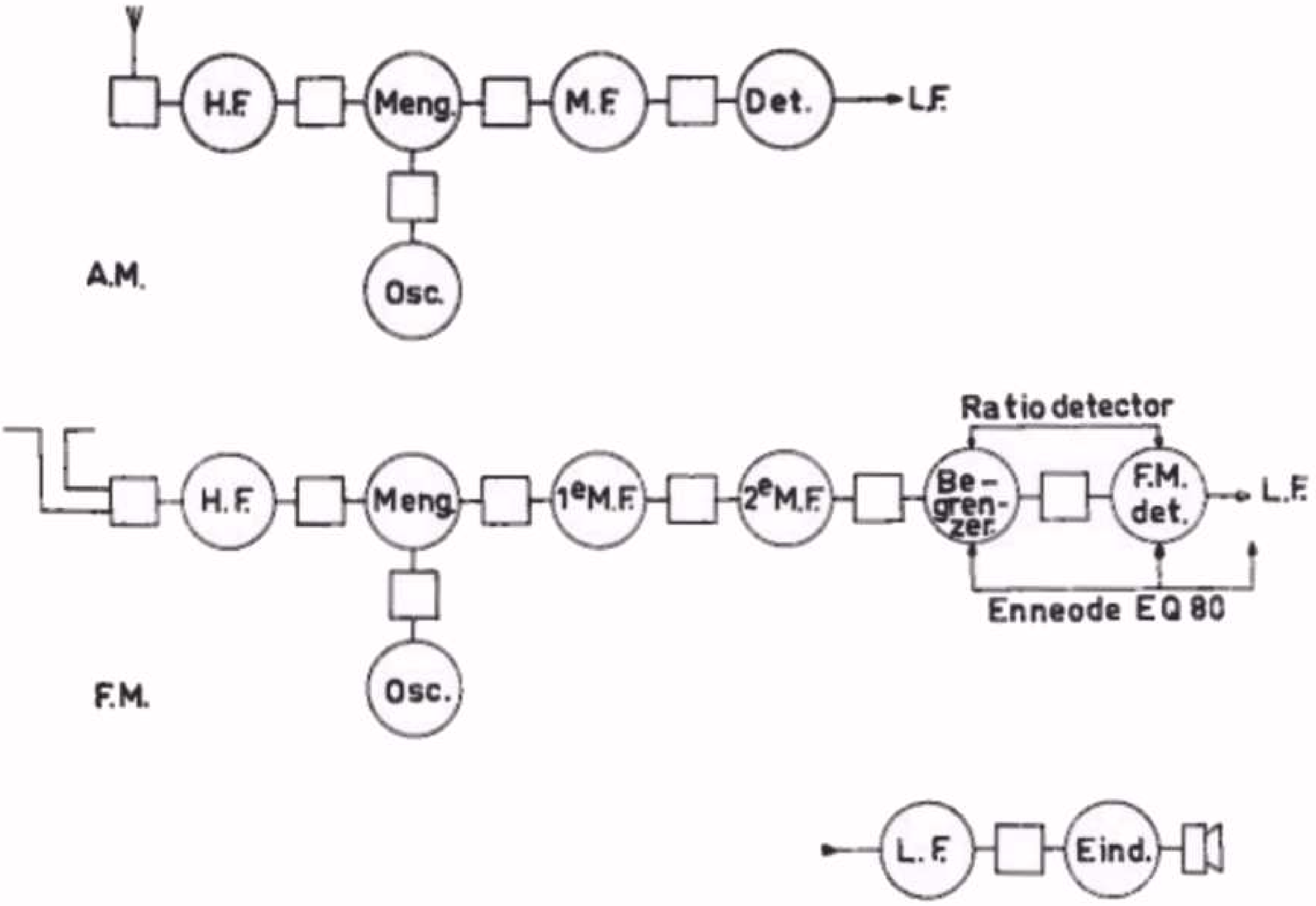
LF-frequentie-variatie van een frequentie-gemoduleerde draaggolf bij 100% modulatie (getrokken lijn) en 50% modulatie (stippellijn)

Fig. 3

In fig 1e hebben wij eenvoudigheidshalve een frequentie van 1000 kHz getekend, die in frequentie met 1 kHz werd gemoduleerd. In werkelijkheid liggen de cijfers heel anders. *De frequentie-zwaai heeft nl. niets te maken met de frequentie van de modulerende trilling, maar alleen met de sterkte daarvan.* Heeft de LF-trilling b.v. een frequentie van 1000 Hz, dan wil dit zeggen dat wanneer deze trilling zeer krachtig is, de draaggolffrequentie 1000 maal per seconde 75 kHz groter of kleiner wordt; wanneer de LF-trilling b.v. twee maal zo zwak

wordt, zal de draaggolf-frequentie 1000 maal per seconde 37 1/2 kHz groter en kleiner worden.

Uit de frequentiezwaai van 75 kHz blijkt onmiddellijk dat een FM-zender een frequentieband van ca 2 x 75 = 150 kHz in beslag neemt. De afstemkringen in een FM-ontvanger moeten dan ook een veel grotere bandbreedte hebben dan in de normale AM-ontvangers.



Blokschema's van een AM-ontvanger en een FM-ontvanger. Het LF-gedeelte is voor beide ontvangers hetzelfde.

Fig. 4

In fig. 4 zijn de schema's van een AM- en een FM-ontvanger in blokvorm weergegeven. Een oppervlakkige beschouwing van deze figuur laat zien dat ook de FM-ontvanger uit de gedeelten: HF-versterker - mengtrap - MF-versterker - detector - LF-versterker en eindtrap bestaat. De LF-versterker en eindtrap kunnen inderdaad gelijk zijn aan die van een AM-ontvanger. In het gedeelte vanaf de antenne tot de LF-trap komen echter verscheidene belangrijke verschillen voor. Deze verschillen ten opzichte van een AM-ontvanger bestaan vooral uit de volgende punten:

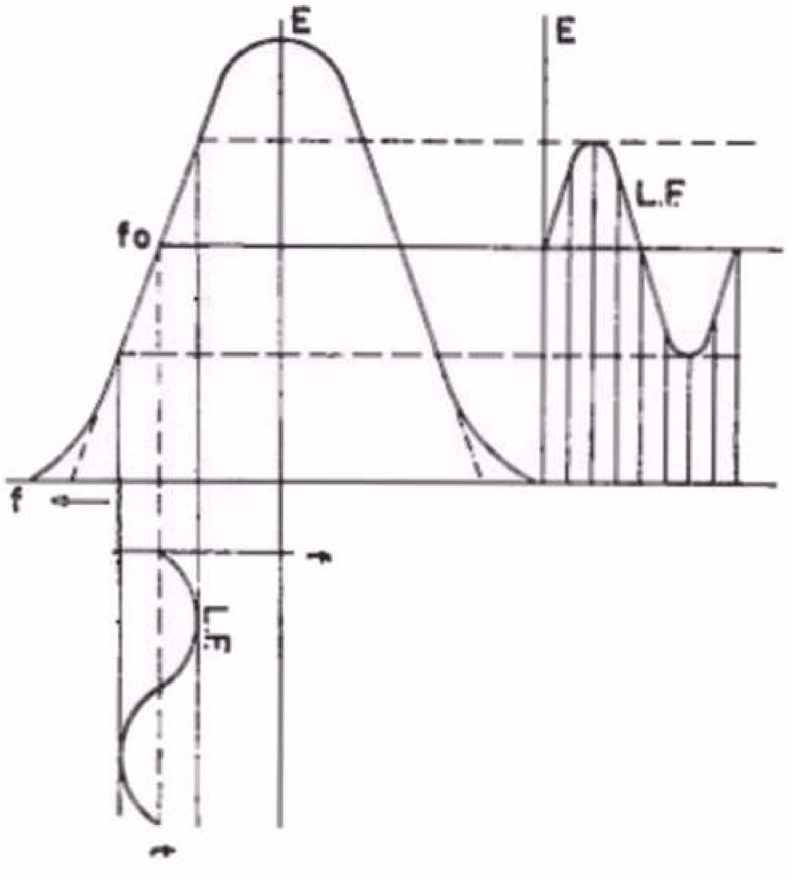
1. De detector, die de frequentie-variatie van het HF-signaal moet omzetten in een amplitude-variatie.
2. De amplitude-begrenzer die in veel schakelingen automatisch in het detectiesysteem is verwerkt.

3. De MF-trap die voor een bredere band geschikt moet zijn en daardoor een veel hogere middenfrequentie heeft.
4. De antenne.

Wij willen nu achtereenvolgens bovenstaande verschilpunten behandelen.

1. De frequentie-detector of discriminator

De eenvoudigste manier om een frequentie-gemoduleerd signaal te detecteren, d.w.z. om te zetten in een LF-wisselspanning, is met behulp van een normale afstemkring plus diode-detector. In les 10, paragraaf 54, hebben wij gezien dat de spanning over een afstemkring afhankelijk is van de frequentie. Bij de resonantie-frequentie is de spanning maximaal, buiten resonantie neemt de spanning af. Van dit feit wordt gebruik gemaakt bij de FM-detectie. Als in het geval van een bepaalde zender de kring zodanig afgestemd wordt, dat de draaggolf-frequentie in het midden van één der zijflanken van de resonantiekromme komt te liggen, zal bij variatie van de frequentie (in het LF-rhythme) een HF-wisselspanning met veranderlijke amplitude ontstaan (zie fig. 5).
Deze wisselspanning wordt aan een diode-detector toegevoerd, waarna de resulterende LF-spanning in de LF-versterker verder wordt versterkt.
De laatste jaren zijn andere detectiesystemen in gebruik, waarvan wij er twee zullen behandelen:
De ratiodetector en de fasedetector met de enneode.

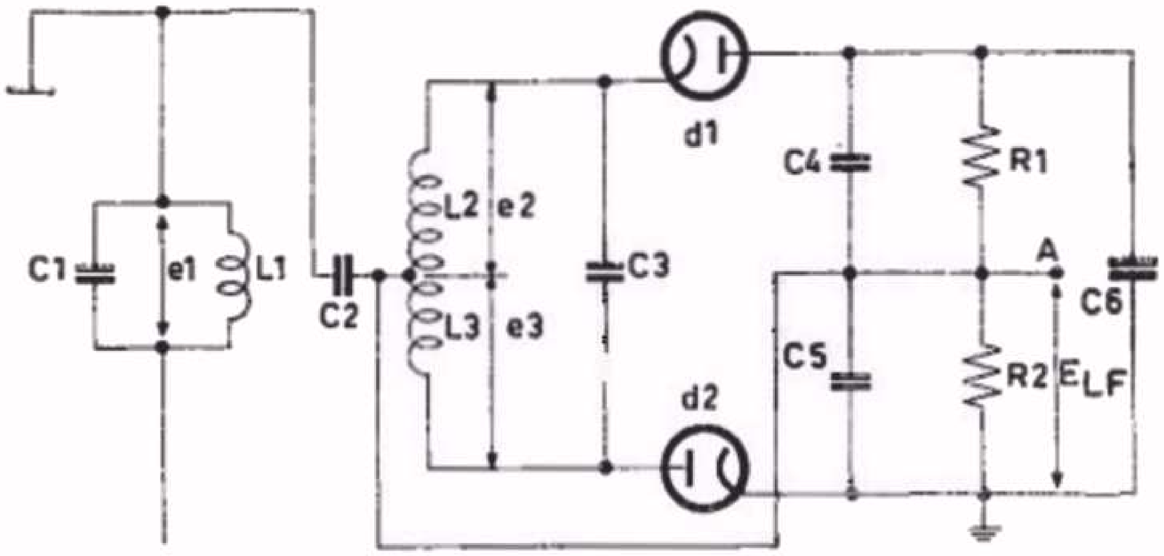


Grafische voorstelling van FM-detectie door middel van verstemming van de afstemkring. De draaggolf-frequentie valt samen met het midden van één van de flanken van de afstemkromme.

Fig. 5

A. De ratio-detector

De schakeling van de ratio-detector is in fig. 6 voorgesteld. Hierin is L1-C1 de voorlaatste MF-kring. Hieraan is inductief gekoppeld de kring L2-L3-C3, eveneens afgestemd op de middenfrequentie. De spoelen L2 en L3 zijn aan elkander gelijk, zodat over deze spoelen gelijke spanningen komen te staan, die echter ten opzichte van de middenaftakking tegengesteld in richting zijn; immers als de onderzijde van L3 negatief is, is de bovenzijde van L2 positief.

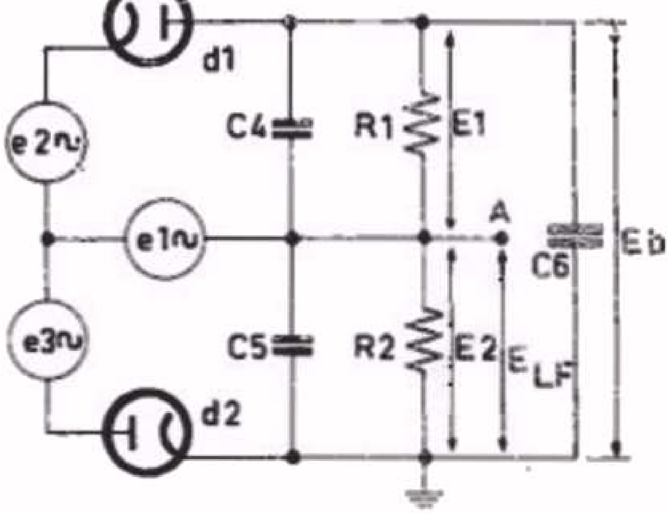


Principeschema van de ratiodetector-schakeling.

Fig. 6

Tevens is de top van de eerste kring, L1-C1, door middel van de condensator C2, verbonden met de middenaftakking op de tweede kring. Op de secundaire kring zijn de dioden d1 en d2 aangesloten, terwijl de gelijkrichtketen door de condensatoren C4-C5 en de weerstanden R1-R2 is gesloten.

Beschouwen we in deze schakeling de spanningen die over de spoelen L1-L2 en L3 staan en vervangen we deze door spanningsgeneratoren, dan ontstaat fig. 7. In deze figuur zijn dus de kringen vervangen door generatoren met spanningen e1, e2 en e3. Nu kan men aantonen dat de spanning e1 90° in fase verschoven is ten opzichte van de spanningen e2 en e3, als de toegevoerde frequentie gelijk is aan de resonantie-frequentie van de afstemkringen L1-C1 en L2-L3-C3.De grootte van deze spanningen kunnen wij voorstellen door een pijl, waarvan de lengte een maat is voor de grootte van de spanning.



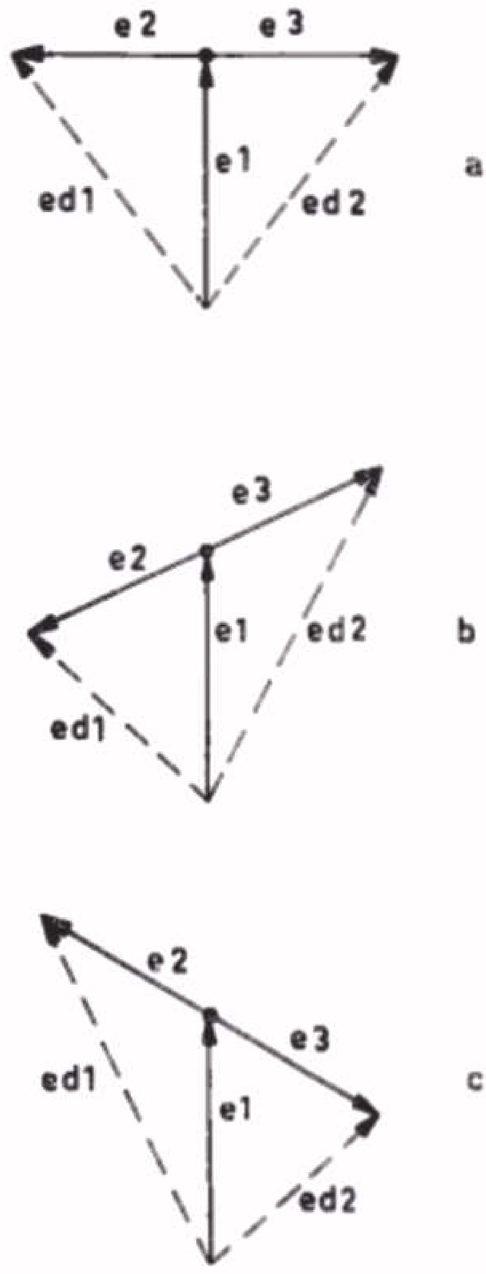
Vereenvoudigd schema van fig. 6.

Fig. 7

Twee tegengestelde spanningen, zoals e2 en e3, worden voorgesteld door twee pijlen, die in elkanders verlengde liggen, echter in tegengestelde richting wijzen (zie fig.8a). Zo stellen we de spanning e1, die 90° in fase verschoven is t.o.v. e2 en e3, voor door een pijl, die loodrecht staat op de pijlen van e2 en e3. Op deze wijze

krijgt men een reëel beeld van de totale werkzame spanning (in fig. 8a ed1 en ed2). Deze totale spanning is nu via de parallel-schakeling van een condensator en een weerstand aangesloten op een diode.
Door gelijkrichting van de totale wisselspanning ontstaan over de condensatoren C4 en C5 gelijke spanningen, die met elkander in serie staan. (De polariteit van deze spanningen is in fig.7 aangegeven) Zodra de toegevoerde frequentie verandert, tengevolge van de modulatie, verandert ook de fase tussen de spanning e1 en de spanningen e2 en e3. Afhankelijk van het feit, dat de frequentie hoger of lager wordt, gedraagt de secundaire kring zich als een capaciteit, resp. als een zelfinductie. Uit de lessen 7 en 8 weten we, dat bij een capaciteit de spanning 90° achter is bij de stroom, terwijl bij een zelfinductie de spanning juist 90° voor is bij de stroom. Dit heeft tot gevolg, dat bij een bepaalde frequentieverandering de fase van de spanningen anders wordt. In fig. 8b ziet U b.v. dat de fase-verschuiving tussen e1 en e2 kleiner dan 90° is geworden, tussen e1 en e3 daarentegen, evenzo veel groter dan 90°. Verder ziet U uit fig. 8, dat in a de resulterende spanningen aan elkander gelijk zijn, zodat na detectie de spanningen E1 en E2 eveneens aan elkander gelijk zullen zijn.

Zodra echter door de frequentievariatie een fasevariatie optreedt, verandert ook de grootte van de resulterende spanningen ed1 en ed2, en wel zodanig, dat zij ongelijk in grootte worden. Na detectie van deze spanningen zullen de spanningen E1 en E2 eveneens ongelijk in grootte worden, evenredig met ed1 en ed2. Op deze wijze ontstaat in fig. 6 en 7 tussen punt A en aarde een L.F. wisselspanning overeenkomstig de L.F. frequentie-variatie van de draaggolf.
Nu bevindt zich in de practische ratiodetectorschakeling parallel aan de



Grafische voorstelling van de spanningen die over de kringen van fig. 6 werkzaam zijn.

a De frequentie van de draaggolf komt overeen met de resonantie-frequentie van de kringen.

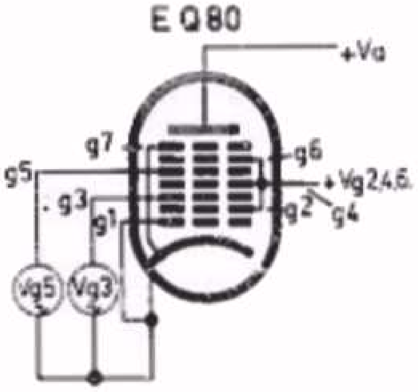
b-c De frequentie van de draaggolf ligt boven resp.onder de resonantiefrequentie van de kringen. Nu treedt een verschil tussen de spanningen ed1 en ed2 op.

Fig. 8

weerstanden R1 en R2 een grote condensator C6. De capaciteit van deze condensator is zo groot, dat de spanning over R1 + R2 constant wordt gehouden. (Door de grote capaciteit verzamelt C6 zoveel lading op de platen, dat een naar verhouding geringe wijziging van R1 + R2 opgevangen wordt door de lading op de condensator C6) Dit heeft tot gevolg, dat een variatie in de amplitude van het FM-signaal over de secundaire kring L2-L3-C3 practisch geen invloed heeft op de grootte van de LF-wisselspanning. Dit betekent, dat de ratiodetectorschakeling automatisch een amplitudebegrenzende werking heeft. (Voor de betekenis hiervan zie men de behandeling van de amplitudebegrenzer). In het schema van fig. 6 is de verbinding van de primaire kring met de middenaftakking van de secundaire kring op capacitieve wijze verkregen. In andere schema's ziet men deze verbinding dikwijls ook op inductieve wijze. De werking is echter dezelfde.

B. De fase-detector met de enneode EQ80

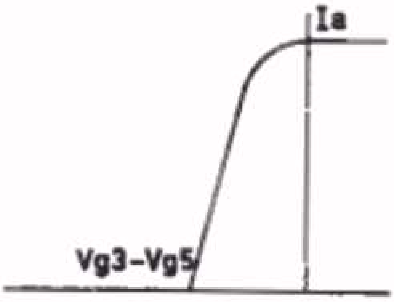
Bij deze schakeling wordt gebruik gemaakt van een nieuwe buis, de EQ80, die enneode genoemd wordt, omdat zij behalve kathode en anode 7 roosters bezit. Voor een goed begrip van de detectorwerking van deze buis is het nuttig eerst de samenstelling van de buis en de werking van de afzonderlijke roosters te behandelen (zie fig. 9). De kathodestroom passeert eerst het rooster g1, dat bij gebruik als FM-detector dezelfde potentiaal heeft als de kathode. Daar volgt het tweede rooster op, dat als schermrooster functionneert en dat op een spanning van circa 20 V t.o.v. kathode wordt ingesteld. De roosters g3 en g5 zijn stuurroosters, gescheiden door het schermrooster g4, dat inwendig verbonden is met de schermroosters g2 en g6. Tenslotte is g7 een remrooster, waardoor de buis tevens de eigenschap krijgt van een pentode.



Principiële schakeling van de FM-detector EQ80.
Fig. 9

Als het eerste rooster met de kathode wordt verbonden, staat dit rooster op een constant potentiaal. De electronenstroom die de kathode verlaat, wordt daarom voor het grootste gedeelte bepaald door het positieve tweede rooster. De stuurroosters g3 en g5 zijn nu zodanig uitgevoerd dat hun invloed op de electronenstroom naar de anode gelijk is. Als één van beide stuurroosters negatief is ten opzichte van kathode zal de anodestroom nul zijn, omdat de electronen geen kans zien dit negatieve rooster te passeren. Zij fungeren dus als een kraan in de waterleiding. Er zal pas water vloeien als beide kranen open zijn d.w.z. als beide roosters g3 en g5 positief ten opzichte van kathode zijn.

Het verband van de roosterspanningen Vg3 en Vg5 met de anodestroom Ia wordt weergegeven door fig. 10. Hieruit blijkt dat vanaf

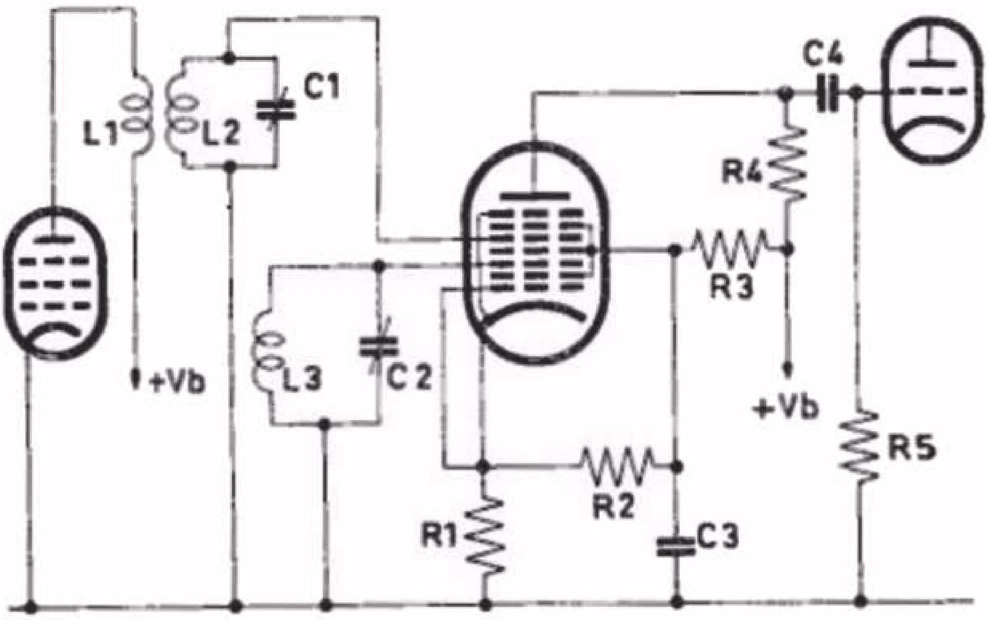


Het verband tussen de roosterspanningen Vg3 en Vg5 en de anodestroom Ia van de EQ 80. Vanaf een bepaalde waarde van deze roosterspanningen blijft de anodestroom constant.

Fig. 10

een bepaalde waarde van de roosterspanningen op g3 en g5 de anodestroom een constante waarde heeft. Dit komt hierop neer dat de amplitude van de anodestroom onafhankelijk wordt van amplitudevariaties van de roosterwisselspanningen.

De EQ80 wordt nu geschakeld volgens fig. 11. De kringen L2-C1 en L3-C2 worden aangesloten op de stuurroosters g3 en g5. De amplituden van de door de kringen geleverde wisselspanningen zijn gelijk; door de frequentievariatie zal echter het faseverschil tussen deze spanningen variëren. Bij voldoend grote amplituden van de wisselspanningen zal dan in de anodeketen van de EQ80 een stroom vloeien, waarvan de gemiddelde waarde wordt bepaald door het faseverschil tussen de roosterwisselspanningen op g3 en g5. Dit ziet men duidelijk geillustreerd in fig. 12, waarin de roosterwisselspanningen Vg3 en Vg5, alsmede de anodestroom, als functie van de tijd zijn afgebeeld. Over de weerstand R4 zal nu zonder meer een LF-wisselspanning ontstaan, die evenredig is met de LF-frequentievariatie van de draag-



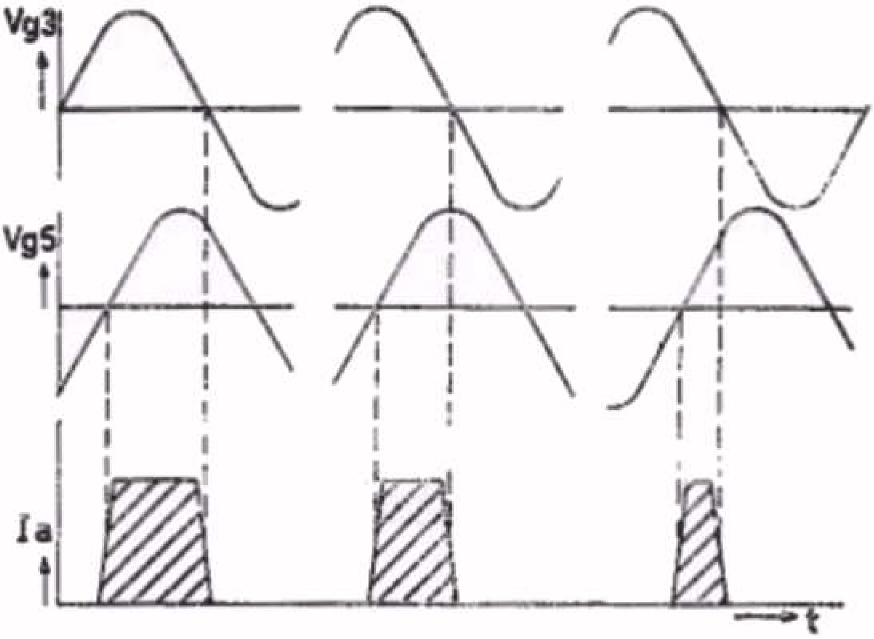
Schakeling van een FM-detector met de enneode EQ80

R1	560 Ω
R2	3.9 kΩ
R3	34 kΩ
R4	0,47 MΩ
R5	0.7 MΩ
C3	50 μF
C4	0.01 μF

Fig. 11

golf van de betreffende zender.

De EQ80 zorgt automatisch voor de amplitudebegrenzing, indien de ingangswisselspanningen op g3 en g5 minstens 8 V eff. bedragen. De LF-wisselspanning in de anodeketen van de EQ80 heeft reeds een zodanige waarde, dat extra LF-versterking voor de eindbuis niet meer nodig is.



De roosterwisselspanningen Vg3 en Vg5 en de anodestroom Ia als functie van de tijd bij de EQ80. Door het variërende fase-verschil tussen de wisselspanningen Vg3 en Vg5 ontstaat een anodestroom-variatie in het laagfrequente rhythme.

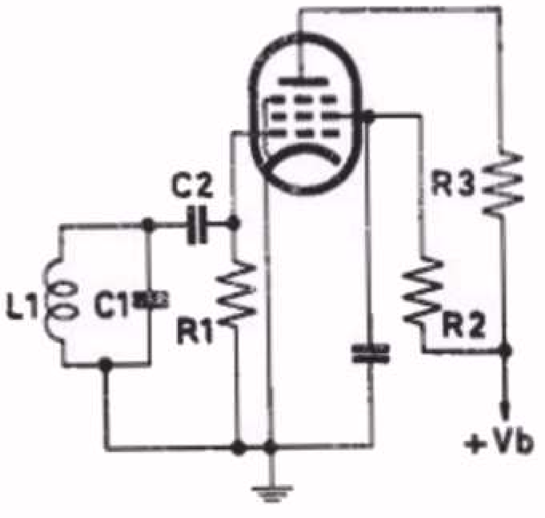
Fig. 12

2. *De amplitudebegrenzer*

Een van de grote voordelen van het FM-systeem is de veel grotere storingsvrijheid bij de ontvangst van zenders. Storingen, die door electrische tram, auto's, onweer, enz. worden veroorzaakt, zijn hoofdzakelijk het gevolg van het feit, dat de draaggolf van de gewenste zender in amplitude wordt gemoduleerd door deze stoorspanningen.

Hetzelfde geldt voor ruis. Zorgt men er nu voor, dat de FM-draaggolf of het MF-signaal, dat dezelfde modulatie bevat, in het ontvangtoestel van de parasitaire amplitude-modulatie wordt ontdaan, dan zal de ontvangst rustig en storingsvrij zijn. Het onderdrukken van deze amplitudevariaties geschiedt in de amplitude-begrenzer.

Fig. 13 geeft een eenvoudige schakeling van de amplitude-begrenzer weer. Hierin zijn de waarden van de weerstanden R2 en R3 zo gekozen dat de anodestroom reeds bij een vrij kleine waarde van de roosterspanningen zijn verzadigingswaarde bereikt. De karakteristiek van de penthode in de schakeling van fig. 13 krijgt dan de vorm van fig. 10. Zodra dus de roosterwisselspanning een bepaalde, meestal kleine, waarde overschrijdt, blijft de amplitude van de anodestroom constant. De uitgangswisselspanning over de weerstand R3 wordt dus eveneens constant.

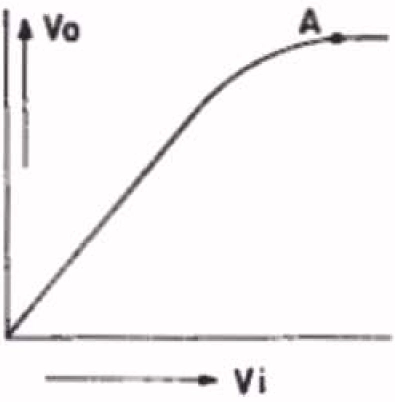


Principeschema van een amplitudebegrenzer met een penthode.

Fig. 13

De werking van de amplitude-begrenzer is in fig. 14 nog grafisch voorge-

steld. Het uitgangssignaal neemt toe met het ingangssignaal tot een bepaald punt (punt A). Voorbij dit punt blijft de uitgangsspanning constant, ondanks een toenemende ingangsspanning. Aangezien de begrenzerwerking vanaf dit punt effectief werkt, is het een eerste vereiste om dit punt in bovengenoemde karakteristiek te bereiken. Elk signaal dat zwakker is, zal dan vergezeld kunnen gaan van ruis en andere storingen.



Grafische voorstelling van de werking van een amplitude begrenzer.
Vo = uitgangswisselspanning
Vi = ingangswisselspanning.
Fig. 14

Bij de voorgaande behandeling van de ratio-detector en de enneode EQ80 hebben we gezien, dat deze amplitude-begrenzing automatisch geschiedt zonder dat extra kringelementen behoeven te worden toegevoegd.

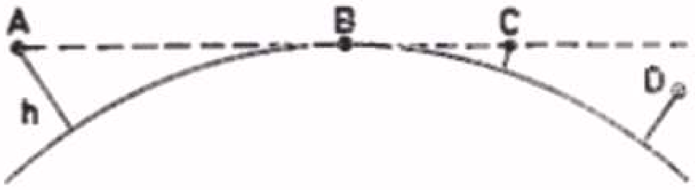
3. *De M.F.-versterktrap*

Zoals wij reeds aan het begin van deze les erop hebben gezinspeeld, moet, in verband met de modulatie, met een frequentieband van 2 x 75 = 150 kHz rekening worden gehouden. (Bij amplitude-modulatie wordt deze bandbreedte bepaald door de hoogste modulatie-frequentie; zij kan b.v. zijn 2 x 10 = 20 kHz). De middenfrequentie van de huidige FM-omroepontvanger is op 10,7 MHz gesteld. Voor het doorlaten van deze brede frequentieband is het nodig dat de resonantiekrommen van de kringen of bandfilters een brede vlakke top hebben. Dit is het geval als de kringen een grote verliesweerstand bezitten. Dit werd o.a. getoond in fig. 12 van les 10. Een grote verliesweerstand betekent echter een lage kringimpedantie(immers, $Z = \frac{L}{rC}$ waarin r de verliesweerstand van de kring voorstelt.) De kringen in een FM-ontvanger hebben dan ook een veel lagere impedantie dan in een AM-ontvanger. Aangezien de versterking in het HF- en MF-gedeelte van de ontvanger gelijk is aan SxZ (zie paragraaf 79 les 17), zou met gebruik van normale HF-pentoden, de versterking belangrijk minder zijn dan in het overeenkomstige gedeelte van een AM-ontvanger. Daarom worden in de FM-ontvanger dikwijls HF-pentoden gebruikt met een grotere steilheid; het type EF85 heeft b.v. een steilheid van 6 mA/V. Als de kring-impedantie in de anodeleiding van deze buis b.v. 20.000 Ω is, wordt de versterking met deze buis toch nog 0,006 x 20.000 = 120.

4. *De antenne*

Wij hebben reeds vermeld dat de FM-zenders op een frequentie van ca 100 MHz werken. Het gedrag van trillingen met deze frequentie wijkt wel enigszins af van de radiogolven, die wij tot nu toe hebben behandeld. Dikwijls vergelijkt men deze zenders op hoge frequentie met vuurtorens.

Om het licht van een vuurtoren zo ver mogelijk te laten schijnen, zorgt men er o.a. voor dat de lamp zo hoog mogelijk wordt opgesteld. De reikwijdte van de lichtstraal wordt daarbij beperkt door de kromming van het aardoppervlak (zie fig. 15). Van de toren A uit gezien, ligt bij punt B de horizon en alles wat achter die horizon ligt, blijft donker. Staat men achter de horizon op een verhevenheid (punt C), dan bestaat de mogelijkheid weer dat men het licht wel ziet. Punt C moet dan op of boven het verlengde van de lijn A-B liggen. Is b.v. de hoogte van de vuurtoren 225 m en de hoogte van punt C 25 m, dan ligt de horizon ca 60 km verder en bevindt punt C zich op ca 20 km van punt B. De totale reikwijdte van het licht wordt nu 70 km. *)



De reikwijdte van een kortegolf zender hangt in de eerste plaats af van de hoogte van de zendantenne en ontvangantenne. De radiostralen op de zeer korte golflengtenplanten zich nl. practisch rechtlijnig voort. In de figuur zal in punt C de zender A nog ontvangen worden; in punt D zal echter geen ontvangst meer mogelijk zijn.

Fig. 15

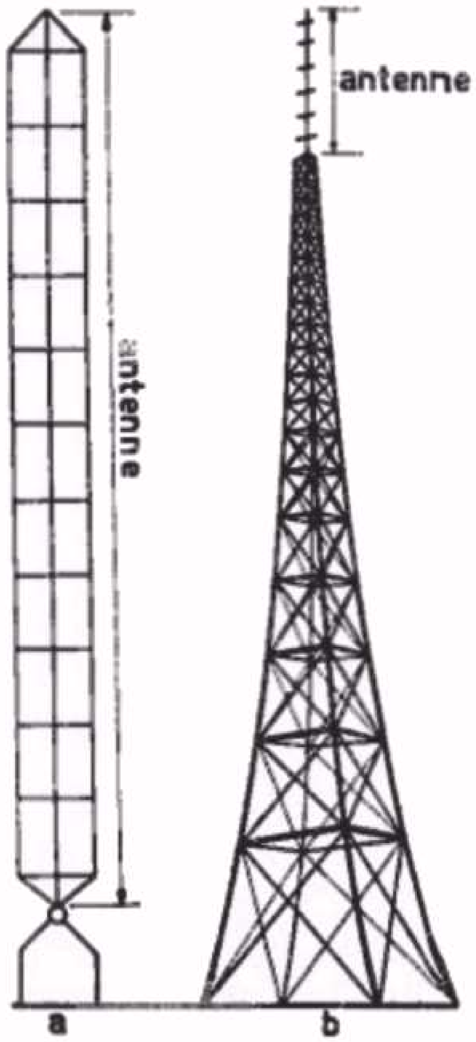
Bij de vergelijking tussen de FM-zenders en de vuurtorens zijn er veel punten van overeenkomst, maar er zijn ook verschillen. Deze verschillen hangen voor een groot deel samen met de golflengte. Voor de golflengte van 3 m (overeenkomend met een frequentie van 100 MHz) vormt de horizon nog geen duidelijke grens, maar wèl geldt ook hier dat de beste ontvangst wordt verkregen wanneer de ontvangantenne de zendantenne kan 'zien'. Onder dit 'zien' verstaan wij dat er zich in een rechte lijn tussen zender en ontvanger geen belangrijke obstakels mogen bevinden.

Nu is wel gebleken dat er op deze regel belangrijke uitzonderingen kunnen zijn. Soms is over honderden kilometers nog ontvangst mogelijk, maar deze ontvangst is vaak onbetrouwbaar en kan van uur tot uur wisselen. Dit is te wijten aan de reflectie die de golven in de hogere luchtlagen ondervinden.

De antenne is via een bepaalde koppeling verbonden met de afstemkring. Zij maakt daarom deel uit van deze kring. Om een zo goed mogelijk effect te verkrijgen, is het gewenst dat de antennelengte gelijk is aan een halve golflengte. Bij de zender wordt hier in het algemeen voor gezorgd. Bij de ontvanger was dit voor de normale omroepzenders niet mogelijk, omdat het golfgebied tussen 10 en 2000 m ligt. Voor FM met een golflengte van 3m, is het echter wel mogelijk een antennelengte van een halve golflengte aan te houden.

*) Als regel geldt ongeveer: de afstand van zender tot horizon A-B = $4 \times \sqrt{h}$, waarin h de hoogte van de antenne in meters is. Is de zendantenne b.v. 225 m hoog, dan is A-B $= 4 \times \sqrt{h} = 4 \times \sqrt{225} = 4 \times 15 = 60$ m.

Uit het verschil van golflengte van een middengolf-zender (b.v. 450 m) en die van een FM-zender op 3 m volgt een merkwaardig verschil in antenneconstructie. In fig. 16 hebben wij ter illustratie twee antennes afgebeeld: de linker antenne behoort bij een zender voor het middengolf-gebied. Hierbij doet de mast in zijn geheel dienst als antenne. Bij de rechter antenne doet uitsluitend het bovenste staafje dienst als antenne.

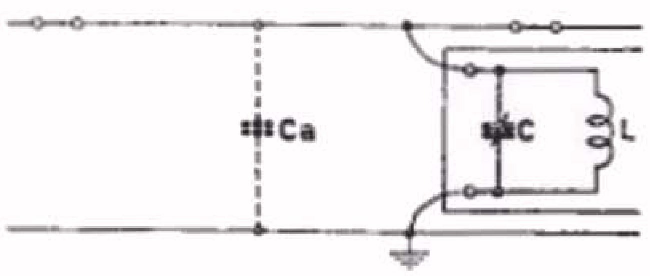


Als vergelijkend voorbeeld twee zendantennes.
Links : een antenne van een middengolf zender.
Rechts: een antenne van een kortegolf FM-zender.
Fig. 16

Aangezien de ontvangantenne bij deze zeer korte golven een veel belangrijkere rol speelt dan bij de grotere golflengten, willen wij op de constructie van deze antenne nog iets uitvoeriger ingaan. Zoals wij hiervoor reeds vermeld hebben, wordt het grootste effect verkregen, als de antennelengte gelijk is aan de halve golflengte. De antenne wordt dus als het ware afgestemd op de gewenste golflengte. Het lijkt misschien vreemd dat een stuk antennedraad kan worden afgestemd op een bepaalde golflengte. Uit de voorgaande lessen zou men namelijk de conclusie kunnen trekken dat voor afstemming een condensator en/of een spoel nodig is. Dit is bijv. het geval bij een afstemkring.

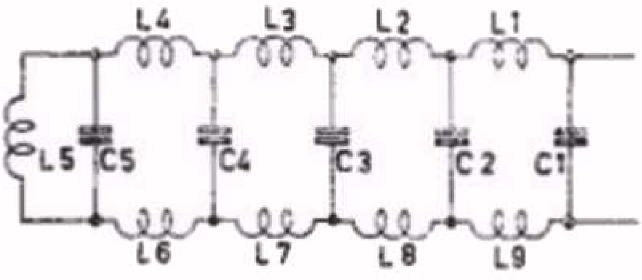
Soms wordt ook wel in het lange golf en midden golfgebied een antenne afgestemd, maarook dan komen er gewoonlijk extra spoelen en condensatoren aan te pas. In fig. 17 zien wij daarvan een voorbeeld. De antenne heeft ten opzichte van aarde een bepaalde capaciteit Ca en samen met C en L maken wij hiervan een afgestemde kring. Voor het normale omroepgebied wordt hiervan echter vrijwel nooit gebruik gemaakt, omdat hiervoor dan een aparte afstemknop nodig zou zijn, hetgeen in strijd is met de nagestreefde één-knopsafstemming.

Voor de zeer korte golf is dat anders. In de eerste plaats wordt de eigenlijke antenne zo kort dat iedereen zich gemakkelijk aan de bepaalde maat kan houden en in de tweede plaats zijn de golflengteverschillen in dat gebied betrekkelijk gering. Het gebied van de FM-omroepzenders ligt tussen 86 en 106 MHz; rekenen wij dit om in golflengten, dan wordt dit van 3,49 tot 2,83 m. Door bepaalde maatregelen te nemen, is het mogelijk de lengte van de antenne zo te kiezen dat zonder 'bijstemmen' toch een behoorlijke afstemming voor dit gehele gebied verkregen wordt.



Voorbeeld van een normale ontvangantenne. De eigen-capaciteit Ca t.o.v. aarde staat parallel aan de afstemkring.

Fig. 17



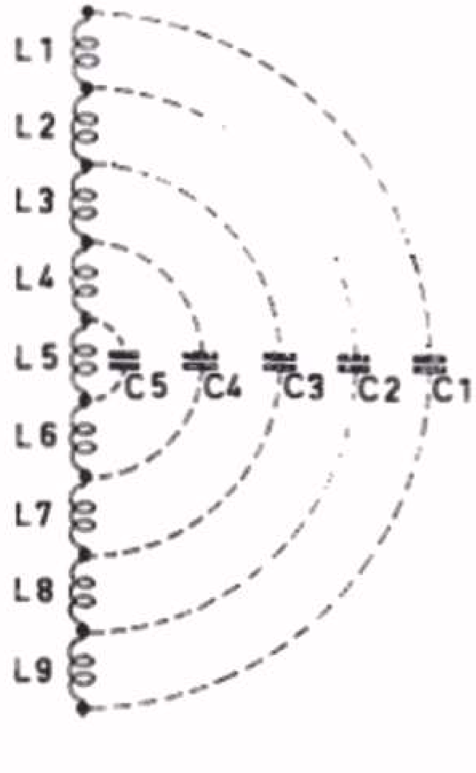
Schematische voorstelling van een omgebogen stuk antennedraad bij een zeer hoge frequentie.

Fig. 18

In fig. 17 hebben wij aangenomen dat de daar getekende antenne alleen capaciteit bezit. Dit is echter niet juist. Elke draad heeft ook een zekere zelfinductie, die voor het gewone omroepgebied een zo geringe rol speelt dat wij die daar hebben verwaarloosd. Dit mag voor het FM-gebied beslist niet.

In fig. 18 is een omgebogen stuk antennedraad getekend. De beide parallel lopende stukken hebben een zekere capaciteit ten opzichte van elkaar. Deze capaciteit is getekend als 5 condensatoren, wij hadden er even goed 100 kunnen tekenen. Deze capaciteit is n.l. gelijkmatig verdeeld langs de gehele lengte. Hetzelfde geldt ook voor de in de draad getekende spoelen, die de zelfinductie van de draad voorstellen. Ook deze zelfinductie is gelijkmatig over de gehele draad verdeeld. Nu is het niet noodzakelijk, dat de draad uit fig. 18 werkelijk gebogen is. Ook wanneer de draad rechtuit gespannen is, blijven de capaciteiten in principe bestaan. Wij krijgen dan een beeld zoals in fig. 19 is voorgesteld.

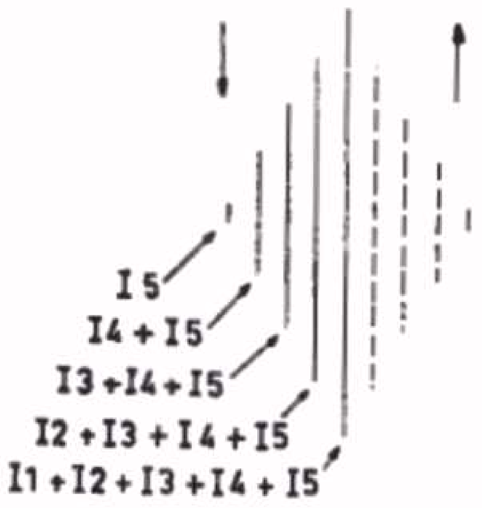
Wij kunnen nu veronderstellen, dat op een bepaald moment alle condensatoren een zekere lading bezitten. Het gevolg zal zijn dat deze condensatoren zich gaan ontladen via de in de draad aanwezige zelfinducties. Dan stuurt C5 een stroompje door L5 (I5), C4 door L4, L5, L6 (I4), C3 door L3, L4, L5, L6, L7 (I3) enz. In fig. 20 is dit nader aangegeven. Wij zien dat in het midden van de draad de grootste stroom vloeit n.l. I1 + I2 + I3 + I4 + I5. Naar de uiteinden toe wordt de stroom minder, en aan het uiterste puntje is deze 0. Door deze stromen worden in de verschillende zelfinducties magnetische velden gevormd, die, zodra de condensatoren ontladen zijn, ervoor zorgen dat deze weer opgeladen worden, zij het dan met tegengestelde polariteit. Dit verschijnsel hebben wij reeds



Schematische voorstelling van een rechte draad bij een zeer hoge frequentie.

Fig. 19

eerder beschreven in les 10 par. 54, fig. 7. Is dat gebeurd, dan gaan deze zich weer ontladen en sturen een stroom door de draad, maar nu in tegengestelde richting (gestippeld aangegeven in fig. 20). Wij krijgen op deze manier een heen en weer schommelende beweging, precies als dat bij een electrische slingerkring die uit een spoel en condensator bestaat, het geval is. De frequentie van deze beweging is zo dat de draadlengte juist een halve golflengte bedraagt. Gewoonlijk wordt fig. 20 in een andere vorm getekend, nl. volgens fig. 21a. Hierin wordt op elk punt van de draad de grootte van de stroom bepaald door de lengte van de horizontale lijn van de draad tot aan de gebogen gestippelde lijn. Het spreekt wel vanzelf dat deze stromen wisselstromen zijn zodat de uitgezette stroomwaarden de maximale waarden van de wisselstroom aangeven.



Stroomverdeling over de lengte van de draad van fig. 19.

Fig. 20

a. Stroomverdeling over de lengte van de draad van fig. 19, op een andere wijze getekend.

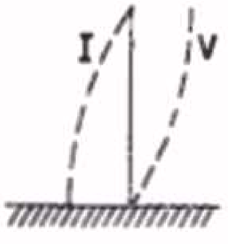
b. Stroom- en spanningsverdeling over de lengte van de draad van fig. 19.

Beide voorstellingen gelden voor een draad met een lengte gelijk aan de halve golflengte.

Fig. 21

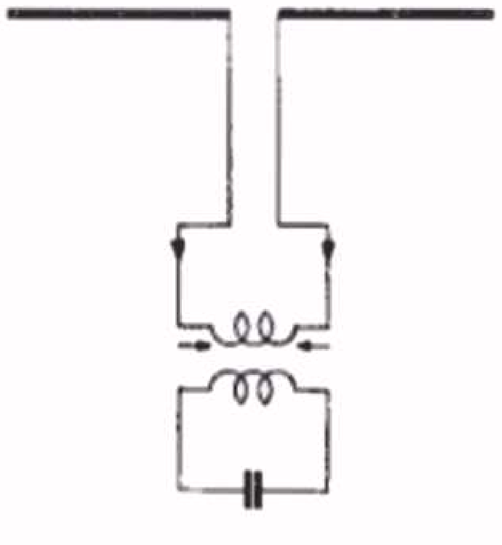
Waar stromen lopen, zijn ook spanningsverschillen. Op het moment dat alle 'condensatoren' geladen zijn, loopt er geen stroom door de draad, maar staat er wel spanning tussen de verschillende delen. Deze spanning is het grootst aan de uiteinden, terwijl precies in het midden van de draad geen spanningsverschil kan optreden.
Op dezelfde wijze als dat voor de stromen is gebeurd, kunnen we ook de spanning grafisch uitzetten. Dit is gedaan in fig. 21b. In deze figuur zien we dus, dat in het midden van de draad de maximum stroom loopt, maar dat er op dat punt geen spanning staat. Het gevolg daarvan is b.v. dat op dat punt de draad gewoon kan worden aangeraakt of zelfs met aarde worden verbonden, zonder dat de slingering in de draad erdoor wordt beinvloed. Merkwaardig is het dat men zelfs de helft van zo'n antenne in de aarde kan laten verdwijnen, zonder dat de stroom- en spanningsverdeling of de frequentie van het bovenste deel verandert. We hebben dan een antenne van een kwart golflengte (1/4λ). (zie fig. 22)

Voor de ontvangst van zenders op zeer korte golflengte, zoals bij frequentie-modulatie, wordt de antenne van een halve golflengte het meest gebruikt. Deze antennes zijn bekend onder de naam dipool. De aansluiting van een dipool op een ontvangtoestel is anders dan die van een gewone antenne. Wij hebben hiervóór gezien, dat wanneer een dipool zich in het veld van een zender bevindt, in het midden de grootste H.F.-wisselstroom gaat lopen. De vraag is nu hoe men deze stroom naar de ontvanger moet leiden. Dit probleem is des te moeilijker omdat een dipool in verband met de beperkte reikwijdte van de zender zo hoog mogelijk moet worden opgesteld. De kleine, door zijn lengte (1/2 λ), afgestemde antenne moet dus met een lange geleider aan het ontvangtoestel verbonden worden, zonder dat de afstemming verandert.



Stroom-en spannings-verdeling over de lengte van een rechte draad, waarvan de lengte gelijk is aan een kwart golflengte
Fig. 22

De verbinding van de toevoerleiding met het ontvangtoestel geschiedt door middel van gekoppelde spoelen (zie fig. 23). Is de toevoerkabel goed uitgevoerd, dan vangt deze zelf niets van de zender op, want het veld van de zender wekt in beide naar beneden gaande draden een stroom in dezelfde richting op. Deze stromen werken elkaar in de spoel tegen, zoals uit fig. 23 blijkt. Alleen de dipool 'ontvangt' iets. Dit geldt ook voor van buiten komende storingen. De invoerleiding van een dipool-antenne is dus ook storingsvrij en dat is de reden waarom deze ook wel voor normale omroepontvangers wordt gebruikt.


Principeschema van de koppeling van een dipool-antenne met de afstemkring van het ontvangtoestel.
Fig. 23

Dikwijls is de uitvoering van de dipoolantennes zo, dat deze bestaat uit twee staven, van een 1/4 golflengte, terwijl de toevoerkabel bestaat uit een twee-aderige kabel.

SAMENVATTING

1. Het moduleren van de draaggolf kan plaats hebben volgens
   a. amplitude-modulatie
   b. frequentie-modulatie.

2. Bij amplitude-modulatie varieert de amplitude van de draaggolf in het rhythme van de laagfrequentie.

3. Bij frequentie-modulatie varieert de frequentie van de draaggolf in het rhythme van de laagfrequentie. De amplitude van de draaggolf blijft na constant.

4. Het voordeel van frequentie-modulatie is minder hinder van electrische storingen en geruis bij ontvangst.

5. De frequentie-variatie van de draaggolf wordt de frequentiezwaai genoemd. De frequentiezwaai heeft niets te maken met de frequentie van de modulerende trilling, maar alleen met de sterkte daarvan.

6. De maximale frequentiezwaai bedraagt gewoonlijk 75 kHz. In verband hiermede moeten de afstemkringen in een FM-ontvanger voor een veel grotere bandbreedte berekend zijn.

7. De trap, waarin het frequentie-gemoduleerd signaal wordt omgezet in een LF-wisselspanning, wordt frequentie-detector of discriminator genoemd.

8. De eenvoudigste vorm van frequentie-detector bestaat uit een afstemkring, die t.o.v. de draaggolf-frequentie is verstemd, en een diode-detector.

9. Een veel gebruikte frequentie-detector-schakeling is de ratiodetector. Bij deze detector wordt tevens automatisch amplitudebegrenzing verkregen.

10. Een andere frequentie-detector is de enneode EQ80, een buis met 7 roosters, waarvan er 2 als stuurroosters dienst doen. Ook bij deze detector wordt automatisch amplitude-begrenzing verkregen, mits de roosterwisselspanningen een bepaalde waarde overschrijden.

11. De voordelen van frequentie-modulatie, nl. betere storings- en ruisvrijheid, worden eerst verkregen als er voor gezorgd wordt, dat de amplitude van de frequentie-gemoduleerde trilling constant blijft. Om dit te bereiken is een amplitude-begrenzer nodig.

12. In verband met de zeer korte golflengte wordt voor FM-ontvangst een zg. dipoolantenne gebruikt. Men bereikt het gunstigste resultaat als de lengte van de antenne gelijk is aan een halve golflengte.

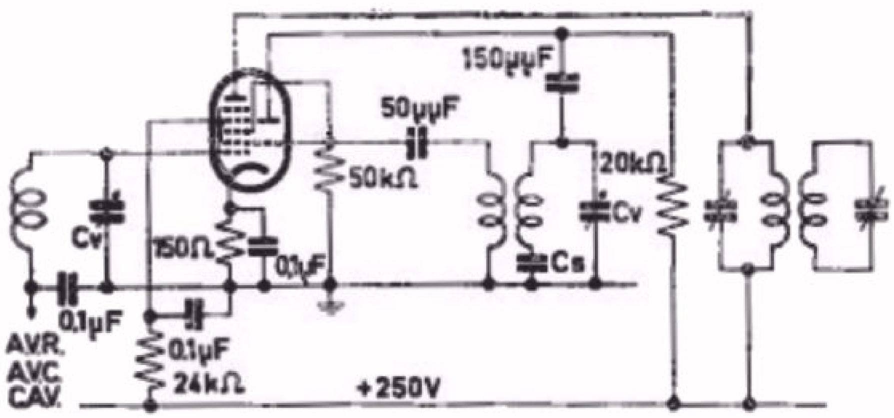
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Waarom wordt voor het M.G.-gebied geen F.M. toegepast?

2. Antennehoogte van een F.M.-zender is 400 m.
Antennehoogte van de ontvanger is 16 m.
Over welke reikwijdte zal zeker goede ontvangst mogelijk zijn?

3. Voor de volgende frequenties moeten dipolen worden gemaakt:
1000 kHz; 15 MHz; 100 MHz.
Hoe groot moet de lengte van de dipool voor de drie frequenties worden?

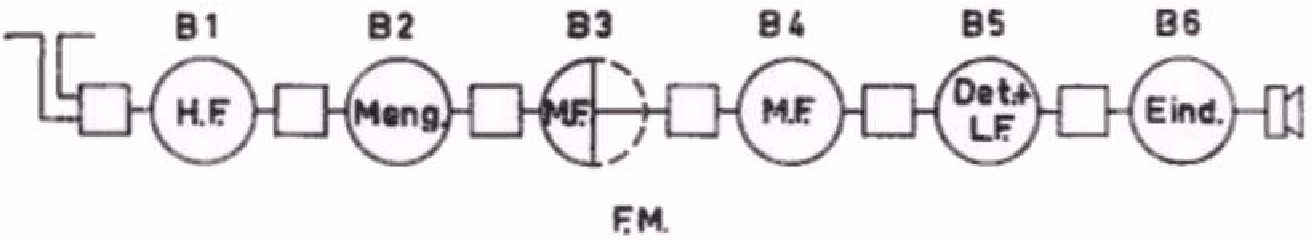
4. De mengtrap van een ontvanger had het schema van fig.10 uit les 21. Hierin werden enige onderdelen vervangen en na aansluiting van het toestel bleek de ontvanger geen geluid te geven aan het einde van het golfgebied. Na contrôle bleek in het schema een kleine wijziging geslopen te zijn, die van bovenstaande klacht de oorzaak was.
Hieronder vindt U het schema na de reparatie.

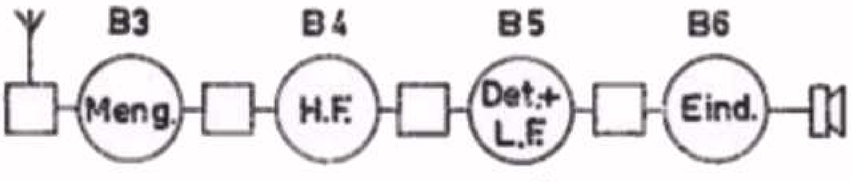


a. Welk onderdeel was verkeerd aangesloten?
b. Verklaar waarom dan de ontvanger aan het einde van het golfgebied niet speelde.

122. Beschrijving van een gecombineerde AM/FM ontvanger

Aangezien in vele landen AM- en FM-omroepzenders worden gebruikt, worden de meeste ontvangtoestellen zodanig gemaakt dat zij beide soorten uitzendingen kunnen ontvangen. Het schema dat wij in deze les willen behandelen, is een voorbeeld van de gemiddelde AM/FM ontvanger. Als wij van dit schema, fig. 5, de blokschema's tekenen, ontstaat fig. 1. Hieruit blijkt dat de buizen B1 en B2 alleen functionneren bij FM-ontvangst.





Blokschema's van de ontvanger van fig 5 voor FM-ontvangst en AM-ontvangst (M.G.gebied).

Fig 1

Het overschakelen op de verschillende golfgebieden voor AM-ontvangst en voor de FM-band geschiedt met de schakelaars SK1 t/m SK5. Deze schakelaars zijn op één as gemonteerd, zodat zij door middel van één knop worden bediend. Fig. 5 is getekend in de positie voor gramofoonweergave. In de daaropvolgende posities (rotorcontacten per positie 30° draaien) is het toestel achtereenvolgens geschakeld voor: FM-ontvangst

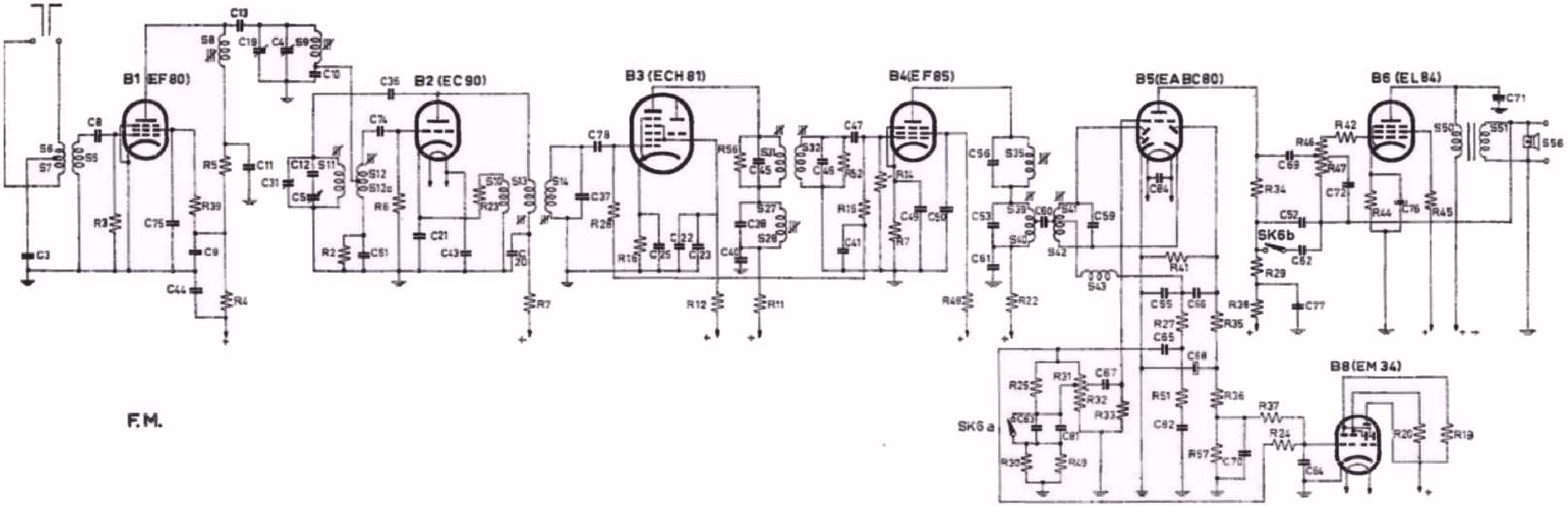
AM-ontvangst met de golfgebieden KG2

MG

LG

A. *Beschrijving van het FM-gedeelte*

In fig. 2 is het schema van de ontvanger voor FM-ontvangst getekend. Wij zullen successievelijk de verschillende trappen onder de loupe nemen.



Schema van fig. 5 voor FM-ontvangst.

Fig. 2

HF-versterktrap

Zoals reeds in de vorige les werd geschreven, wordt als antenne een dipool gebruikt. Deze dipool wordt op inductieve wijze met de HF-versterkbuis EF 80 (B1) gekoppeld. In de anodeketen van deze buis bevindt zich in de eerste plaats een HF-spoel S8, die met de condensator C11 is afgestemd op de middenfrequentie (10,7 MHz). Voor deze frequentie vormt de serieschakeling van spoel en condensator een kortsluiting (zie les 10 par. 54). Deze serieschakeling heeft dezelfde functie als het MF-antenne-filter in de ontvanger van les 28. Voor de gewenste HF-signalen doet S8 dienst als koppelelement van de HF-buis B1 met de mengbuis B2. De spanning over S8 wordt via de koppelcondensator C13 toegevoerd aan de afstemkring S9-C4-C10-C19. Deze kring is op de zenderfrequentie afgestemd.

Mengtrap

De HF-spanning over C10 wordt nu toegevoerd aan een aftakking op de oscillatorspoel S12-S12a. De buis B2 (EC 92) functionneert als een z.g. zelfoscillerende mengbuis, d.w.z. deze buis wekt zelf het oscillatorsignaal op en functionneert tevens als mengbuis van het HF-signaal en oscillator-signaal. Het oscillatorgedeelte bestaat uit de kring S11-C5-C12-C31 en de terugkoppelspoel S12-S12a. Op het stuurrooster van B2 komen nu twee signalen terecht nl. via de aftakking op S12-S12a het ontvangen HF-signaal, verder het door de buis zelf öpgewekte oscillatorsignaal.
Door menging in de buis B2 ontstaat in de anodeketen o.a. een anodestroomcomponent met een frequentie, die gelijk is aan het verschil van de oscillatorfrequentie en de hoogfrequentie. Dit signaal wordt via S13 op de kring S14-C37, die op de middenfrequentie is afgestemd, overgebracht. Met de anodespoel S13 is nog de spoel S10 gekoppeld, die in serie met de weerstand R23 in de kathodeleiding van B2 is opgenomen. De spoelen S10 en S13 zijn zodanig gekoppeld dat een geringe positieve terugkoppeling tot stand komt, waardoor de conversie-steilheid stijgt.
Hoewel men dit niet uit het schema zou concluderen, maakt de spoel S13 eveneens deel uit van een MF-afstemkring. De afstemcapaciteit wordt hier gevormd door C36 in serie met C31-C12-C5, in combinatie met de bedradingscapaciteit en de inwendige buiscapaciteit tussen anode en kathode van B2.

MF-versterktrap

Het MF-signaal over de kring S14-C37 wordt aan het stuurrooster van het heptode-gedeelte van de triode-heptode ECH81 (B3) toegevoerd. Dit heptode-gedeelte wordt als een penthode-versterker gebruikt. In de schakeling voor FM-ontvangst wordt het triode-gedeelte van B3 buiten werking gesteld.

In de anodeleiding van B3 komen twee afgestemde kringen voor: de MF-kring S31-C45-R56, afgestemd op een middenfrequentie van 10,7 MHz, en de MF-kring S27-S28-C38, afgestemd op een middenfrequentie

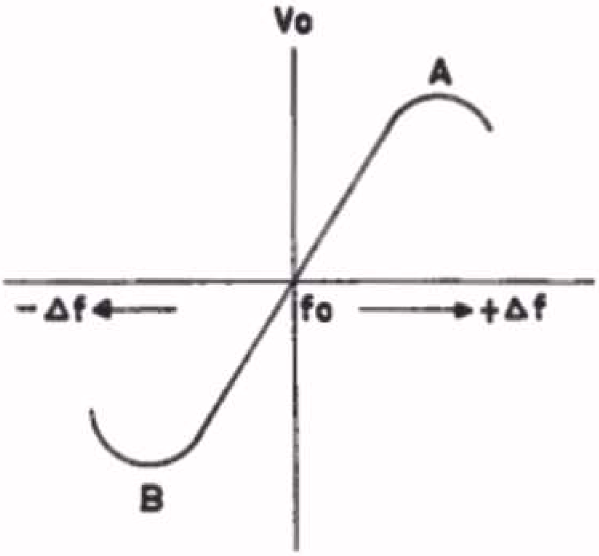
van 452 kHz. De laatstgenoemde kring blijft eenvoudigheidshalve in de schakeling opgenomen, ondanks het feit, dat zij geen dienst doet bij FM-ontvangst. Bij een frequentie van 10,7 MHz kan men de kring echter als een kortsluiting beschouwen, omdat de anode-wisselstroom practisch uitsluitend via de condensator C38, zal lopen.

De tweede afstemkring S32-C46-R52 is inductief gekoppeld met de voorgaande afstemkring en zij vormen samen een bandfilter. Daarna wordt het MF-signaal versterkt door de tweede MF versterkbuis EF 85 (B4). Deze buis heeft een vrij grote steilheid, zodat, ondanks de lage impedantie van de kringen, een behoorlijke versterking wordt verkregen (voor de verklaring zie men les 32).
De roosterketens van B3 en B4 liggen via de weerstand R14 aan aarde. In de schakeling voor FM-ontvangst krijgen de buizen B3 en B4 namelijk geen AVC-spanning toegevoerd.

FM-detector

In de anodeleiding van B4 is wederom een bandfilter opgenomen, waarvan de aansluiting echter verschilt met die van de voorgaande bandfilters. Het bandfilter, bestaande uit de kringen S39-S40-C53 en S41-S42-C59 maken nl. deel uit van de FM-detector. (Ook in dit geval is een MF-kring van het AM-gedeelte, S35-C56, ingeschakeld gebleven; zij oefent echter geen invloed uit op het MF-bandfilter van het FM-gedeelte). De schakeling van het FM-detectie gedeelte berust op het principe van de ratio-detector. Het schema komt dan ook in principe geheel overeen met dat van fig. 6 in les 32. De stroom in de anodeketen van B4 induceert via S39-S40 in de spoelen S41 en S42 spanningen, die gelijk, doch met elkander in tegenfase zijn. Verder wordt van een aftakking op S39-S40 via de condensator C60 een derde spanning aan de secundaire kring S41-S42-C59 toegevoerd. Zoals wij uit de voorgaande les hebben gezien, zal bij de centrale frequentie van het FM-signaal een faseverschuiving van 90° bestaan tussen V1 en de spanningen V2 en V3 (zie hiervoor ook fig. 8a van les 32).De resulterende spanningen zullen na detectie gelijk zijn. Zodra echter de frequentie van het FM-signaal verandert, verandert ook het faseverschil tussen bovengenoemde spanningen. Dit heeft tot gevolg, dat over de condensator C55 een wisselspanning ontstaat, waarvan de frequentie gelijk is aan de modulatiefrequentie. Deze spanning wordt via R27 en C65 toegevoerd aan de volumeregelaar R31-R32.
Het gedrag van de uitgangsspanning van de frequentie-detector of discriminator stelt men dikwijls in de vorm van een zgn. discriminatorkromme voor (zie fig. 3). Hierin is op de verticale as de LF-uitgangsspanning over C55 voorgesteld, op de horizontale as de frequentie, waarbij rechts van de verticale as een positieve frequentie afwijking afgebeeld is en op de linkerzijde een negatieve frequentie-afwijking. Deze karakteristiek heeft 2 uiterste waarden, verbonden door een vrij rechte lijn. Dit rechte gedeelte van de discriminatorkromme moet vallen tussen een maximale frequentieafwijking van + en - 75 kHz.

Zoals in de vorige les is beschreven, wordt in de ratiodetectorschakeling parallel aan de condensatoren C55 en C66 een condensator met zeer grote capaciteit geschakeld. Dit is in fig. 2 de electrolytische condensator C68. Door het aanbrengen van deze condensator worden amplitudevariaties van het FM-signaal sterk gereduceerd; de schakeling werkt dus tevens als amplitudebegrenzer. De weerstand R35, welke in serie met C68 is opgenomen, heeft ten doel de amplitudebegrenzing op de juiste waarde in te stellen. Deze weerstand heeft nl. een begrenzende werking voor de laad- en ontlaadstroom van C68.



Discriminatorkromme. Op de horizontale as is de frequentie afgezet,op de verticale as de uitgangsspanning van de discriminator.
fo = middenfrequentie
Fig. 3

LF-versterktrap

De LF-wisselspanning over de volumeregelaar R31-R32 wordt via de koppelcondensator C67 aan het stuurrooster van het triodegedeelte van B5 (EABC80- een triple diode-triode) toegevoerd. Na versterking komt het LF-signaal over de anodeweerstanden R34-R29 terecht.

De potentiometer R46/R47 in combinatie met de condensator C72 functionneert als hoge tonenregelaar. Via de weerstand R42 komt het signaal tenslotte op het stuurrooster van de eindbuis EL 84 (B6). In de anodeketen van deze buis bevindt zich de uitgangstransformator S50-S51, waarop de luidspreker is aangesloten.
De spanning over S51 wordt via de potentiometer R46-R47 in tegenfase met de ingangsspanning aan het stuurrooster van B6 toegevoerd (frequentie-onafhankelijke tegenkoppeling). Nu bevindt zich tussen de loper van de potentiometer en de onderzijde van R47 nog een condensator C72. Deze condensator geeft, afhankelijk van de positie van de loper van de potentiometer, meer of minder verzwakking van de hoge tonen. Bovendien is C72 in de tegenkoppelingsketen opgenomen, waardoor het effect van deze condensator wordt versterkt. Als de loper van de potentiometer R46-R47 zich bovenaan R46 bevindt, is de tegenkoppeling voor de hoge tonen maximaal. De tegenkoppelingsspanning wordt dan hoofdzakelijk via C72 aan het rooster van B6 toegevoerd. Dit is de stand 'dof'. Bevindt zich de loper van R46 en R47 beneden aan R47, dan is de tegenkoppeling voor de hoge tonen minimaal, hetgeen overeenkomt met de stand 'scherp'.

De schakelaarsecties SK6a en SK6b vormen tezamen de basschakelaar. Indien deze schakelaars gesloten zijn (stand '-bas') wordt enerzijds parallel aan C52 een grote condensator C62 (0,1 μF) geschakeld

waardoor een extra tegenkoppelspanning aan de anode van B5 wordt toegevoerd. Anderzijds worden de condensatoren C63 + C81 kortgesloten. Als beide schakelaars open zijn (stand '+bas') worden in serie met R25 en R30-R49 de condensatoren C63 + C81 opgenomen. Hierdoor vormt deze serieschakeling een grotere impedantie voor de lage tonen, waardoor deze tonen bij klein volume worden opgehaald. (Physiologische volumeregeling; zie les 23). Tevens wordt de condensator C62 uitgeschakeld.

Optische afstemindicatie

Het stuurrooster van de afstemindicator EM 34 (B8) is via R36 en R37 aangesloten over de condensator C68. De spanning over deze condensator is een gelijkspanning die bij de juiste afstemming maximaal is. Deze gelijkspanning stuurt de afstemindicator EM 34. De weerstand R37 en de condensator C64 dienen als ontkoppeling van eventuele rimpelspanning.
Het rooster van de EM 34 is tevens via R24 verbonden met de top van de volumeregelaar R31-R32. Deze verbinding dient voor de afstemindicatie bij AM-ontvangst. In dat geval functionneren R24 en C64 als LF-ontkoppelfilter.

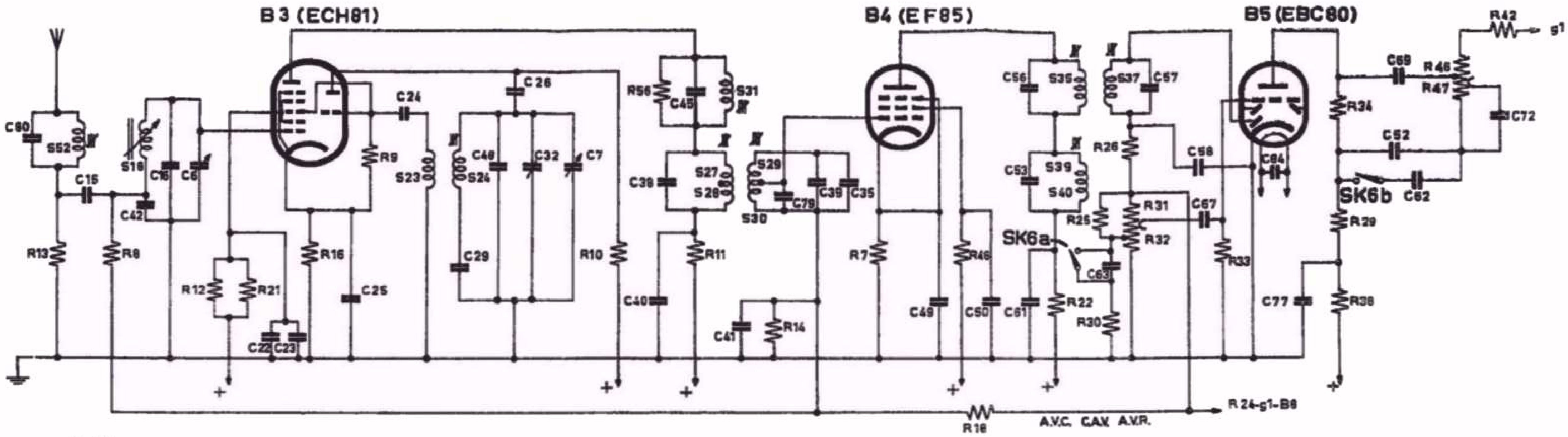
B. Beschrijving van het AM-gedeelte

Deze ontvanger is voorzien van drie golfgebieden voor ontvangst van AM-zenders:

KG2	16,5	-	50 m	(18,2	-	5,9	MHz)
MG	185	-	580 m	(1622	-	517	kHz)
LG	870	-	2000 m	(345	-	150	kHz)

In fig. 4 is het schema van het AM-gedeelte getekend voor het MG-gebied tot aan het stuurrooster van B6. De antennespoel S18 is bevestigd op een staaf 'Ferroxcube', die als 'Ferroceptor'-antenne dienst doet. (Zie les 27, paragraaf 112-IV). Deze spoel vormt met de condensatoren C6, C16 en C42 de eerste afstemkring. De buis B3 (ECH81) werkt nu in zijn geheel als een triode-heptode-mengbuis. Het triodegedeelte is als oscillator geschakeld. In het heptodegedeelte heeft de menging plaats van het HF-signaal en het oscillatorsignaal. (Voor AM-ontvangst zijn de buizen B1 en B2 buiten werking gesteld). Bij gebruik van een buitenantenne wordt de antennespanning via het MF-sperfilter C80-S52 en C15 toegevoerd aan de condensator C42 die deel uit maakt van de eerste afstemkring. De weerstand R13 sluit galvanisch de antenne-aarde-keten (zie les 23).

In de anodeleiding van B3 bevinden zich de kringen S31-C45-R56 en S27-S28-C38. De eerstgenoemde kring is de MF-kring van het FM-gedeelte. Voor de middenfrequentie van 452 kHz vormt deze kring echter een kortsluiting, zodat zijn invloed te verwaarlozen is. De tweede kring is gekoppeld met de kring S29-S30-C39-C35-C79; zij vormen samen een inductief gekoppeld bandfilter.



A.M.

Schema van fig.5 voor AM-ontvangst van het MG-gebied, getekend tot aan het stuurrooster van de eindbuis

Fig. 4

B4 is de MF-versterker en in de anodeketen is het tweede MF-bandfilter S35-C56 met S37-C57 opgenomen. De derde diode uit B5 (die bij FM-ontvangst niet was aangesloten) functionneert als detector. De belastingsweerstand van deze diodedetector wordt gevormd door R26 in serie met de potentiometer R31-R32. Over deze potentiometer ontstaat de LF-wisselspanning, die via C67 aan het stuurrooster van het triodegedeelte van B5 wordt toegevoerd. Verder is het LF-gedeelte gelijk aan dat bij FM-ontvangst.
In deze schakeling ontstaat over R31 + R32 een gelijkspanning die afhankelijk is van de sterkte van de draaggolf. Deze gelijkspanning wordt via R18 aan de stuurroosters van B3 en B4 als AVC spanning toegevoerd.

C. *Het afregelen van de ontvanger*

Het afregelen van de ontvanger kan men in twee delen splitsen: het AM-gedeelte en het FM-gedeelte.
Het trimmen van het AM-gedeelte kan normaal geschieden, zoals wij in principe in les 27 hebben beschreven. Het afregelen van het FM-gedeelte wijkt echter belangrijk hiervan af. Er bestaan verschillende methoden voor het trimmen van een FM-ontvanger. De keuze hiervan wordt in de eerste plaats bepaald door het feit of een frequentie-gemoduleerde service-oscillator ter beschikking is. Aangezien in de meeste Service-werkplaatsen een dergelijke oscillator nog ontbreekt, zullen wij ons in deze les beperken tot de methode met gebruikmaking van een amplitude-gemoduleerde service-oscillator, zoals het type GM 2883/02. Het is niet onze bedoeling deze trimmethode uitvoerig te documenteren. Wij geven uitsluitend het trimvoorschrift van deze ontvanger, om een indruk te geven van deze methode.

I. *MF-bandfilters*

a. Variabele condensator op maximum draaien.
b. Golfgebiedschakelaar in FM-stand plaatsen.
c. Een diode-voltmeter bijv. het type GM 7635 over C68 aansluiten.
d. De kringen worden eerst provisorisch voorgetrimd.
   Draai eerst de kernen van S8 en S14 zo ver mogelijk uit.
   Voer dan een ongemoduleerd signaal van 10,7 MHz via een condensator van 1500 pF achtereenvolgens toe aan:
   het stuurrooster van B4 en regel op maximum uitslag van de diode-voltmeter af: S41-S42 en S39-S40. Herhaal dit.
   Het stuurrooster van B3 en regel af: S32 en S31.
   Het stuurrooster van B1 en regel af: S13.
   De spanning over C68 mag gedurende het trimmen nooit hoger worden dan ca 4 V. Zo nodig moet de sterkte van het ingangssignaal worden verminderd.
e. Definitief trimmen. (De service-oscillator is nog steeds aan het stuurrooster van B1 aangesloten).
   Demp S31 met een weerstand van 1500 Ω.
   Regel S41-S42, S39-S40, S32, S14 en S13 af tot maximum uitslag van de diode-voltmeter.

Verwijder de dempweerstand van S31 en breng deze aan over S32. Regel S31 af tot maximum uitslag van de diode-voltmeter. Regel S41-S42 met een zwak signaal op het gehoor af tot minimum ruis.

f. Contrôle van de ratio-detector.
Sluit de diode-voltmeter aan over C55.
Zoek met de service-oscillator met ongemoduleerd signaal, toegevoerd aan het stuurrooster van B1, het midden van de discriminatorkromme op (zie fig. 3).
Bij afstemming van de service-oscillator verloopt de spanning over C55 volgens een kromme, waarvan een gedeelte recht is. Men zoekt eerst de uiterste waarden van de spanning over C55 op en stelt dan de frequentie van het signaal zodanig in, dat de diodevoltmeter het gemiddelde van de gevonden maximum en minimum spanning aanwijst. De frequentie van de service-oscillator moet dan liggen tussen 10,65 en 10,75 MHz. Verstemt men nu de service-oscillator met + of - 75 kHz, t.o.v. bovengenoemde frequentie , dan moeten de verschillen in meteraanwijzing van de diode-voltmeter aan elkaar gelijk zijn. Is dit niet het geval, dan moeten de discriminatorkringen S39-S40-C53 en S41-S42-C59 opnieuw worden afgeregeld.

II. MF-zuigkring

a. Voer een ongemoduleerd signaal met de hierboven gevonden middenfrequentie toe aan een van de antennebussen voor FM en aarde.
b. Sluit de diode-voltmeter aan over C68.
c. Trim S8 tot *minimum* spanning over C68.

III HF- en oscillatorkringen

a. C31 en S11 tot op de helft indraaien; C19 geheel indraaien. De variabele condensator op maximum capaciteit instellen.
b. Sluit een diode-voltmeter GM 7635 aan op de extra luidsprekerbussen.
c. Voer een ongemoduleerd signaal van 86,5 MHz aan een van de antennebussen voor FM en aarde toe.
(De service-oscillator heeft een frequentiebereik tot 30 MHz. De bovengenoemde frequentie van 86,5 MHz is dus niet direct beschikbaar. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een harmonische frequentie, bijv. de derde harmonische. Als de service-oscillator op 28,8 MHz wordt ingesteld, geeft hij een derde harmonische van ca 86,5 MHz).
d. Trim S11 op maximum uitslag van de diode-voltmeter.
e. Stel de variabele condensator in op minimum capaciteit.
f. Voer een ongemoduleerd signaal van 101 MHz (service-oscillator op 25,25 MHz, zodat de vierde harmonische een frequentie van 101 MHz oplevert) aan één van de antennebussen voor FM en aarde toe.
g. Trim C31 tot maximum uitslag van de diode-voltmeter. Dit maximum is het eerste maximum gerekend vanaf de minimum stand van C31.
h. Herhaal de punten c t/m g enkele malen.
j. Stel de variabele condensator in op minimum capaciteit.

k. Voer een ongemoduleerd signaal van 101 MHz (zie boven) aan één van de antenne-bussen voor FM en aarde toe.
l. Trim C19 tot maximum uitslag van de diode-voltmeter.
m. Voer een ongemoduleerd signaal van 90 MHz (derde harmonische van 30 MHz) aan één van de antennebussen voor FM en aarde toe. Stem het apparaat op dit signaal af.
n. Trim S9 op maximum uitslag van de diode-voltmeter.
o. Herhaal de punten j t/m n enkele malen.
p. Hierna wordt de afregeling van S11 en C31 gecorrigeerd volgens de punten c t/m g.
Tenslotte de trimmers en kernen van de spoelen aflakken.

STROMEN EN SPANNINGEN

Buizen			Va	Vg2(+4)	Vk	Ia	Ig2(+4)
B1	EF 80	Penthode	240	70	-	7,5	1,8
B2	EC 92	Triode	180	-	0,33	7	-
B3	ECH81	Heptode	246	90	2,25	11	4
		Triode *)	105	-	-	4,4	-
B4	EF 85	Penthode	247	120	2	11	2,5
B5	EABC80	Triode	74	-	-	0,27	-
B6	EL 84	Penthode	260	246	7,2	43	5
B8	EM 34	Afstemindicator	250	d1=32 d2=20	-	2,2	
			Volt	Volt	Volt	mA	mA

VC1a : 280 Volt
VC1 : 275 Volt VC2 : 250 Volt I prim.(220 V-50 Hz):315 mA

*) Voor metingen aan de triode van B3: golfgebiedschakelaar op M.G. Alle andere metingen zijn verricht, terwijl het apparaat op F.M. is ingeschakeld, geen signaal op de antenne, met een Universeel Meetinstrument GM 4257.

SAMENVATTING

1. Aangezien in vele landen AM- en FM-omroepzenders worden gebruikt, worden vele ontvangtoestellen zodanig gemaakt, dat zij beide soorten uitzendingen kunnen ontvangen.

2. Het gedrag van de FM-detector wordt dikwijls door de discriminatorkromme voorgesteld.

3. In de beschreven schakeling is als FM-detector de ratio-detector toegepast.

4. Bij de ratio-detector wordt amplitudebegrenzing verkregen door het aanbrengen van een condensator met grote capaciteit parallel aan de detectieschakeling.

5. In dergelijke AM/FM-ontvangers is het LF-versterkgedeelte meestal gelijk voor AM- en FM-ontvangst.

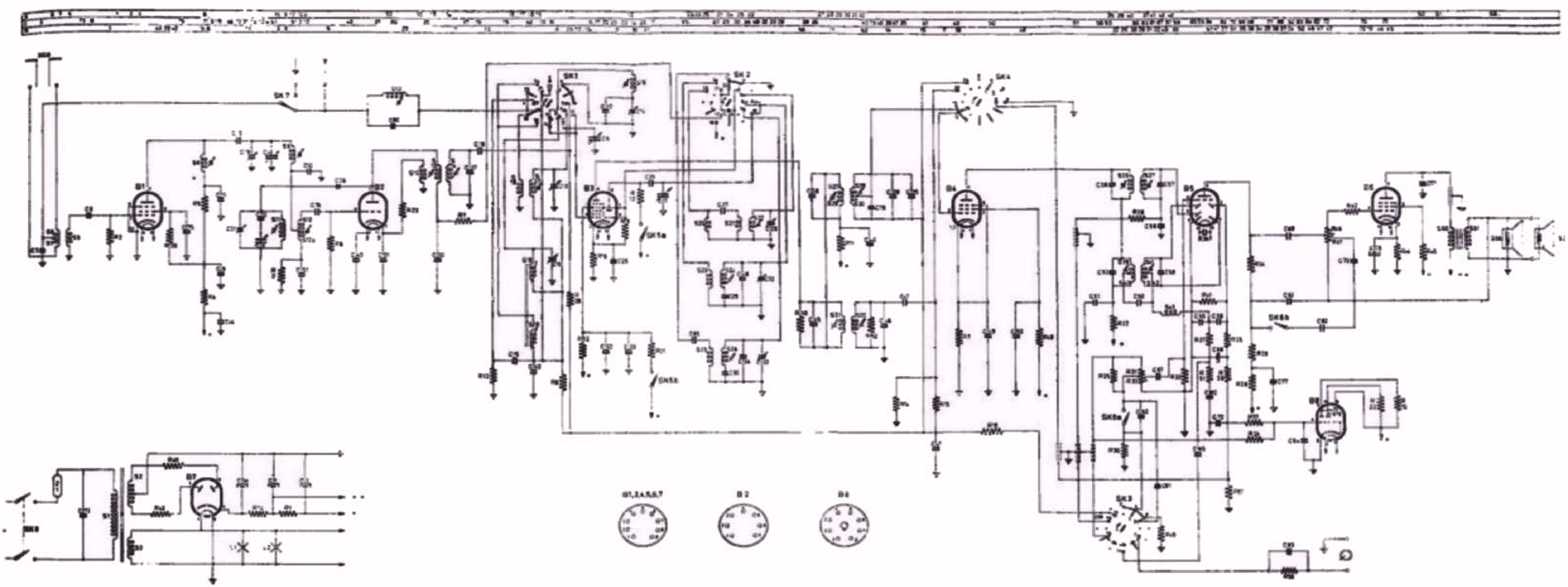
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Als in de ontvanger met het schema van fig. 5 S43 onderbreekt, wat is dan het gevolg?

2. Als in dezelfde ontvanger C68 onderbreekt, wat zult U dan bemerken?

3. De ontkoppeling van het schermrooster van B3 in fig.5 geschiedt door de parallelschakeling van C22 en C23.
   C22 = 6800 pF (keramische condensator)
   C23 = 47000 pF (rolblokcondensator)
   Kunt U vertellen waarom hiervoor niet één condensator van 53.800 pF is gekozen, maar twee condensatoren van verschillende constructie?

4. In de schermroosterleiding van B3 van fig. 5 bevinden zich de parallelgeschakelde weerstanden R12 en R21.
   R12 = 39 kΩ
   R21 = 56 kΩ
   Hoe groot is de vervangingsweerstand?



C1a — 50 μF	C25 — 10000 pF	C50 — 4700 pF	C76 — 100 μF	R12 — 39000 Ω	R37 — 2,7 MΩ
C1) — 50 μF	C26 — 470 pF	C51 — 22 pF	C77 — 0,1 μF	R13 — 8200 Ω	R38 — 47000 Ω
C2) — 50 μF	C27 — 68 pF	C52 — 10000 pF	C78 — 470 pF	R14 — 1 MΩ	R39 — 0,1 MΩ
C3 — 39 pF	C28 — 30 pF	C53 — 22 pF	C79 — 10 pF	R15 — 1 MΩ	R40 — 47 Ω
C4) — 8-22 pF	C29 — 390 pF	C55 — 330 pF	C80 — 270 pF	R16 — 150 Ω	R41 — 33000 Ω
C5) — 8-22 pF	C30 — 150 pF	C56 — 330 pF	C81 — 68000 pF	R17 — 150 Ω	R42 — 1000 Ω
C6) — 12-492 pF	C31 — 30 pF	C57 — 220 pF	C82 — 1800 pF	R18 — 1 MΩ	R43 — 47 Ω
C7) — 12-492 pF	C32 — 20 pF	C58 — 82 pF	C83 — 1000 pF	R19 — 1 MΩ	R44 — 150 Ω
C8 — 100 pF	C33 — 20 pF	C59 — 39 pF	C84 — 10000 pF	R20 — 1 MΩ	R45 — 820 Ω
C9 — 1500 pF	C34 — 82 pF	C60 — 82 pF	C85 — 56 pF	R21 — 56000 Ω	R46) — 50000 Ω
C10 — 22 pF	C35 — 10 pF	C61 — 6800 pF		R22 — 220 Ω	R47) — 0,45 MΩ
C11 — 220 pF	C36 — 15 pF	C62 — 0,1 μF		R23 — 47 Ω	R48 — 56000 Ω
C12 — 22 pF	C37 — 15 pF	C63 — 33000 pF	R1a — 47 Ω	R24 — 1 MΩ	R49 — 2700 Ω
C13 — 1500 pF	C38 — 115 pF	C64 — 47000 pF	R1 — 600 Ω (2x)	R25 — 0,27 MΩ	R50 — 0,22 MΩ
C14 — 20 pF	C39 — 115 pF	C65 — 10000 pF	R2 — 15000 Ω	R26 — 47000 Ω	R51 — 47000 Ω
C15 — 1500 pF	C40 — 4700 pF	C66 — 330 pF	R3 — 0,22 MΩ	R27 — 47000 Ω	R52 — 82000 Ω
C16 — 20 pF	C41 — 0,1 μF	C67 — 10000 pF	R4 — 220 Ω	R28 — 0,82 MΩ	R56 — 82000 Ω
C17 — 22 pF	C42 — 3000 pF	C68 — 4 μF	R5 — 1000 Ω	R29 — 0,1 MΩ	R57 — 2,2 MΩ
C18 — 25 pF	C43 — 4700 pF	C69 — 22000 pF	R6 — 0,1 MΩ	R30 — 10000 Ω	
C19 — 30 pF	C44 — 6800 pF	C70 — 1500 pF	R7 — 10000 Ω	R31) — 0,45 MΩ	
C20 — 1500 pF	C45 — 15 pF	C71 — 2200 pF	R8 — 0,1 MΩ	R32) — 50000 Ω	
C21 — 82 pF	C46 — 15 pF	C72 — 1500 pF	R9 — 47000 Ω	R33 — 10 MΩ	
C22 — 6800 pF	C47 — 100 pF	C73 — 0,1 μF	R10 — 33000 Ω	R34 — 0,12 MΩ	
C23 — 47000 pF	C48 — 15 μF	C74 — 56 pF	R11 — 390 Ω	R35 — 680 Ω	
C24 — 56 pF	C49 — 10000 pF	C75 — 220 pF		R36 — 2,2 MΩ	

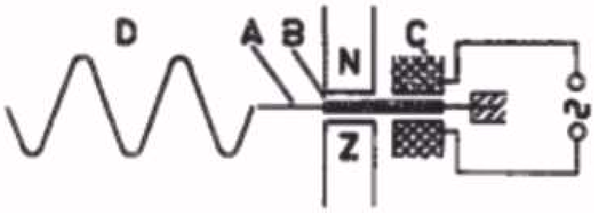
Compleet principeschema van de besproken AM/FM ontvanger.

Fig. 5

123. De electronenstraal-oscillograaf.

Wij zullen in deze les een apparaat bespreken dat meer en meer onmisbaar wordt in een goed ingerichte werkplaats, namelijk de electronenstraal-oscillograaf.

Een oscillograaf is in het algemeen een apparaat, waarmee de vorm van wisselende verschijnselen, zoals een wisselspanning, zichtbaar kunnen worden gemaakt. Vroeger gebeurde dit op mechanische wijze, tegenwoordig echter met behulp van een electronenstraal, die een fluorescerend scherm doet oplichten (zie ook les 25, paragraaf 108, over de afstemindicator). In dit geval spreken wij van een electronenstraal-oscillograaf of ook wel genoemd kathodestraal-oscillograaf of oscilloscoop. Voor de eenvoud zullen wij in het vervolg uitsluitend over de oscillograaf spreken, daarmede steeds bedoelende de electronenstraal-oscillograaf.



Mechanische uitvoering van een oscillograaf.

A - stalen veer die rechts is vastgeklemd en links is voorzien van een schrijfstift.

B - Weekijzeren anker, aan de veer bevestigd.

C - Spoel.

D - Figuur die op de papierstrook wordt geschreven.

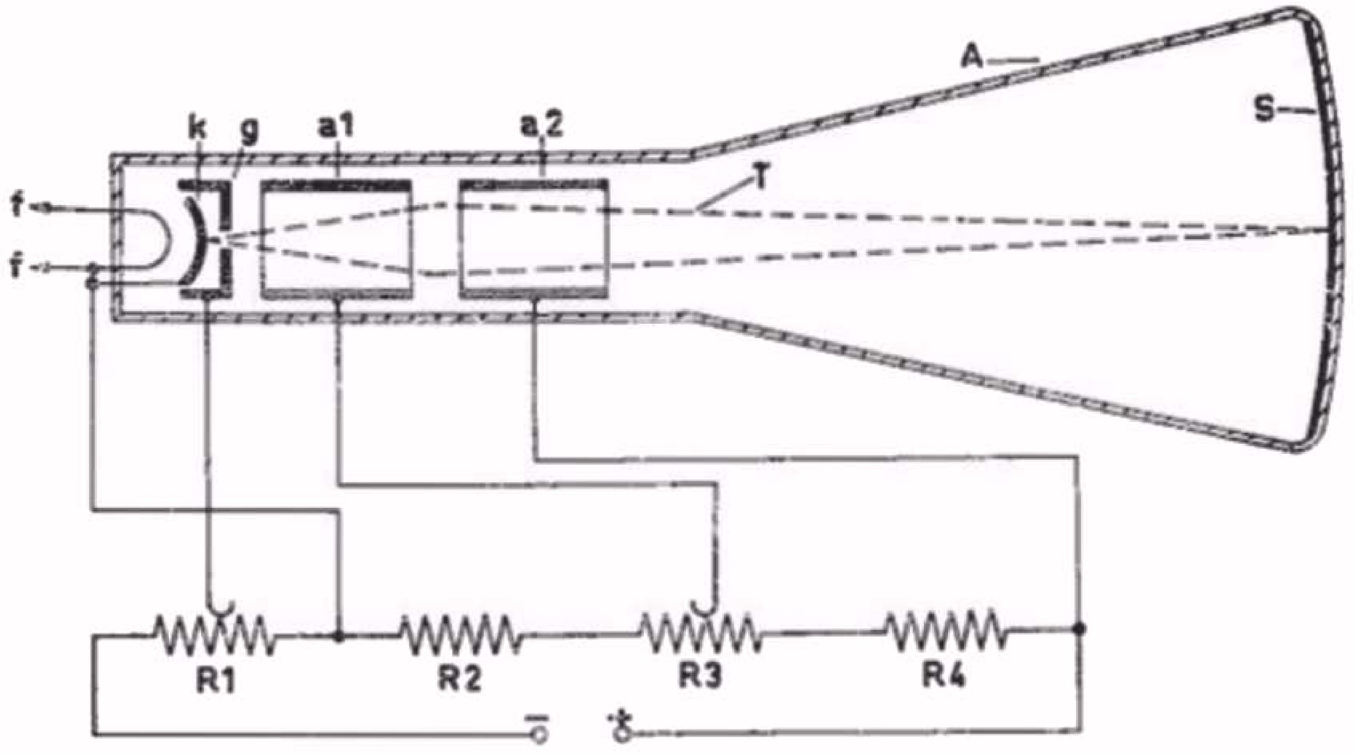
Fig. 1

Om de werking van de oscillograaf te kunnen begrijpen, zullen wij eerst een mechanisch analoog voorbeeld bekijken. In fig. 1 is daarvan een vereenvoudigde voorstelling getekend. Een weekijzeren anker B, waarop een stalen veer A is bevestigd, bevindt zich tussen twee magneetpolen N en Z en is omgeven door een spoel C. Wordt door deze spoel een wisselstroom gestuurd, dan zal het anker B wisselend worden gemagnetiseerd (zie les 4). Het linker einde van B wordt dus afwisselend een Noord- en een Zuidpool, zodat het naar de Zuid- of Noordpool van de permanente magneet zal worden getrokken (ongelijknamige polen trekken elkander immers aan). De stalen veer A en de daaraan verbonden schrijfstift zal hierdoor in een trillende beweging geraken, waarvan de frequentie gelijk is aan die van de toegevoerde wisselstroom. Wordt nu langs deze heen en weer bewegende schrijfstift een papierstrook voortbewogen, dan zal op de strook de vorm van een wisselstroom worden opgetekend. Voorwaarde voor een juiste optekening is dat de papierstrook een eenparige beweging heeft, d.w.z. dat de snelheid gedurende het optekenen constant is.

Met dit systeem is het mogelijk gelijk- en wisselstromen (resp. gelijk- en wisselspanningen) op te tekenen. Voor practisch gebruik voldoet deze methode echter niet, en wel om de volgende redenen:

a. Het frequentiebereik is zeer beperkt. De stalen veer met het anker zal zeer snelle wisselingen n et kunnen volgen. Bij frequenties boven een paar honderd Hz wordt de uitslag te klein om nog geregistreerd te kunnen worden.
b. Om het anker B voldoende te kunnen magnetiseren, is een zekere energie nodig. Deze energie moet worden geleverd door de te onderzoeken spanningsbron en vormt daarvoor een aanzienlijke belasting.
c. Bij langdurige waarnemingen is het papierverbruik groot.

De electronenstraal-oscillograaf heeft deze nadelen niet. Het voornaamste onderdeel daarvan is de electronenstraalbuis (of kathodestraalbuis), waarvan fig. 2 een vereenvoudigd beeld geeft. Wij zien hier een grote overeenkomst met de radiobuis.

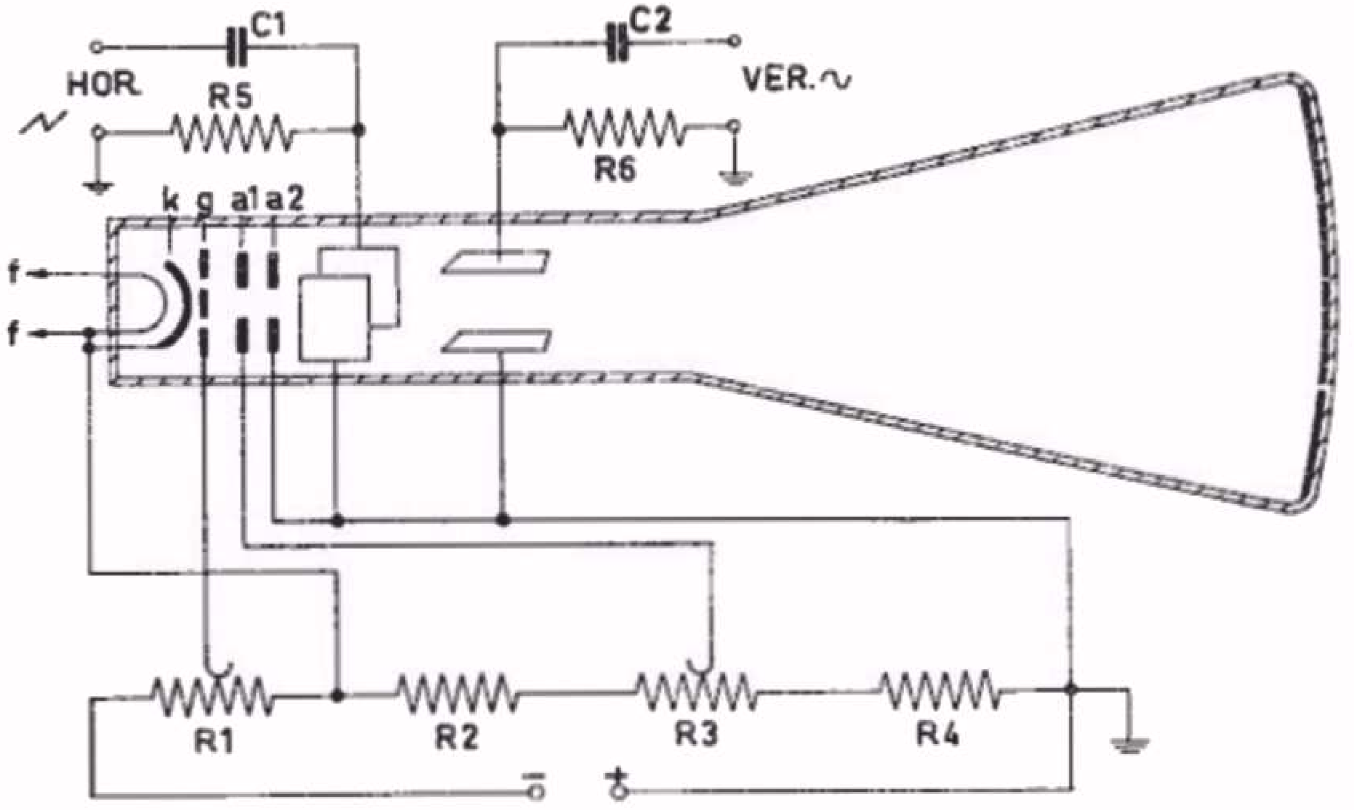


A - Luchtledige glazen ballon
f - Gloeidraad
k - Kathode
g - Stuurrooster
a1- Eerste anode (focusseringsanode)
a2- Tweede anode
S - Fluorescerend scherm
T - Electronenstraal

Fig. 2

Door de kathode k (meestal indirect verhit) worden electronen geëmiteerd. De hoeveelheid electronen die onder de aantrekkende invloed van de cylindervormige anoden a1 en a2 de buis ingaan, wordt in de eerste plaats bepaald door de negatieve spanning aan het stuurrooster g (in te stellen met R1). *) Het stuurrooster is hier een cylindervormig kapje met een gaatje in de bodem. De electronen zullen nu in een kegelvormige bundel naar de anode a1 gaan. Door de eerste anode a1 een lagere spanning te geven (in te stellen met R2) dan de tweede anode a2, wordt bereikt dat de electronenbundel zich weer concentreert. (Men noemt dit concentreren of scherp stellen van de electronenbundel het focusseren, en de eerste anode de focusseringsanode).
Hierdoor kunnen wij bereiken dat de electronenstraal op het scherm S wordt geconcentreerd en aldaar als een lichtpunt wordt waargenomen.

Om met de electronenstraal op het scherm te kunnen tekenen, moeten wij de straal in verticale en horizontale richting kunnen bewegen. Hiertoe zijn twee stel afbuigplaten ingebouwd. Fig. 3 geeft een schematische weergave van een complete electronenstraalbuis weer. Deze afbuigplaten bevinden zich tussen de tweede anode a2 en



Schematische voorstelling van een electronenstraalbuis.
'HOR'-aansluitbussen voor horizontale afbuiging.
'VER'-aansluitbussen voor verticale afbuiging.
Fig. 3

*) In feite is deze electrode geen rooster. De juiste naam is 'Wehnelt cylinder'; in de practijk gebruikt men echter, in analogie met de radiobuis, toch veel de naam stuurrooster.

het scherm S. De electronenstraal gaat dus tussen beide platenstellen door.

Uit fig. 3 zien we nog dat alle pl ten eenzelfde gelijkspanningspotentiaal hebben als de anode a2. Hierdoor wordt de richting van de electronenstraal niet gewijzigd. Zodra echter een potentiaalverschil tussen de platen optreedt, zal de straal door de plaat met negatief potentiaal worden afgestoten, en door de plaat met positief potentiaal worden aangetrokken (zie fig. 4 a en b) Het zal duidelijk zijn dat de hierdoor ontstane afbuiging van de straal des te groter zal zijn, naarmate de spanning tussen de platen groter is.

Wordt nu aan de klemmen 'HOR' een wisselspanning gelegd, dan zal de electronenstraal zich in horizontale richting heen en weer over het scherm S bewegen. Hierdoor zal op het scherm een horizontale lijn zichtbaar worden. Bij een wisselspanning aan de klemmen 'VER' zal op dezelfde wijze een verticale lijn ontstaan.

Voor we verder gaan, willen wij eerst eens de punten van overeenkomst met fig. 1 nagaan. Op deze wijze raken we beter vertrouwd met de bedieningsknoppen van de oscillograaf. Dit apparaat lijkt namelijk erg ingewikkeld, in wezen is het echter vrij eenvoudig. De punten zijn:

De electronenstraal ondervindt een afbuigende werking ten gevolge van een potentiaalverschil tussen de afbuigplaten A en B.

Fig. 4

1e De electronenstraal. Deze heeft de functie van de stalen veer met schrijfstift. Een electronenstraal heeft practisch geen gewicht en kan derhalve uiterst snelle wisselende bewegingen maken.

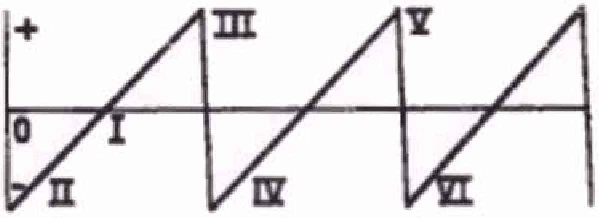
2e De potentiometer R2. Hiermee wordt de scherpte van de schrijfstift bepaald.

3e De potentiometer R1. Door instelling hiervan krijgen we een meer of minder helder beeld; het komt dus overeen met een zachte of harde schrijfstift.

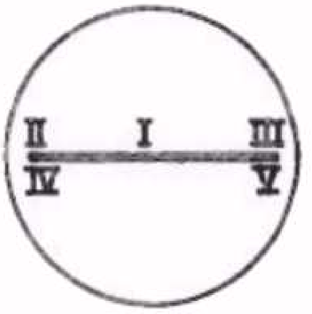
4e De afbuigplaten. Deze zijn te vergelijken met de spoel C. De afbuiging geschiedt hier met een spanning, waarbij echter een zeer kleine stroom vloeit. De afbuigplaten nemen dan ook practisch geen energie op (R5 en R6 zijn 1 à 2 MΩ).

5e Het fluorescerende scherm S. Dit vervult de rol van de bewegende papierstrook.

Het vijfde punt vereist nog een nadere verklaring. Om het stilstaande scherm de rol van de bewegende papierstrook te kunnen laten vervullen, moeten we de electronenstraal met een constante snelheid laten bewegen. Dit kunnen we niet lang doen, daar de diameter van het scherm beperkt is. Daarom moet de straal, bij het bereiken van de rand van het scherm, zeer snel tot zijn beginpunt terugkeren en daarna opnieuw met een constante snelheid gaan bewegen, enz. Dit bereiken we door aan de klemmen 'HOR' een wisselspanning van bijzondere vorm aan te leggen. Fig. 5 geeft daarvan een beeld. Op het tijdstip I (spanning 0) zal de straal zich in het midden van het scherm bevinden. Van I tot III beweegt zij zich naar rechts, om daarna zeer snel geheel naar links te gaan (IV) en dan weer met constante snelheid naar rechts te bewegen (IV tot V) enz. Op het scherm wordt dan een rechte horizontale lijn zichtbaar (fig. 6). De beweging gedurende de tijden II-III, IV-V enz. noemen we de heenslag; die gedurende de tijden III-IV, V-VI enz. de terugslag van de electronenstraal.

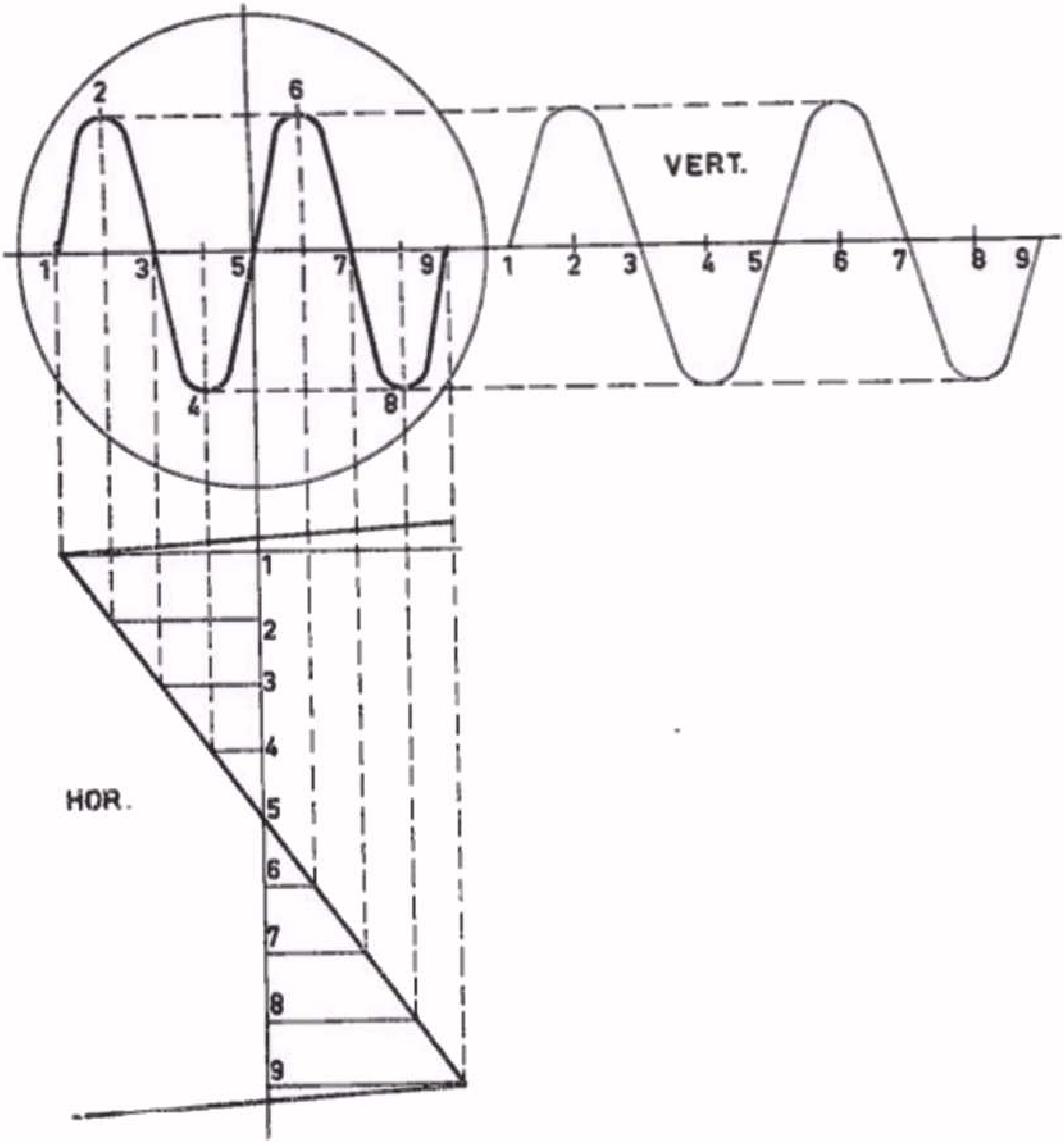


Zaagtandvormige spanning voor lineaire afbuiging van de electronenstraal.
Fig. 5



Beeld op het scherm van de oscillograaf, veroorzaakt door de spanning van fig. 5.
Fig. 6

Terwijl de 'zaagtandspanning' van fig. 5 aan de klemmen 'HOR' is aangesloten, gaan we een wisselspanning met dubbele frequentie aan de klemmen 'VER' toevoeren. De electronenstraal zal nu, gelijktijdig met de horizontale beweging, een verticale beweging uitvoeren. Als resultaat daarvan zullen twee perioden van de sinusvorm op het scherm worden getekend (zie fig. 7).



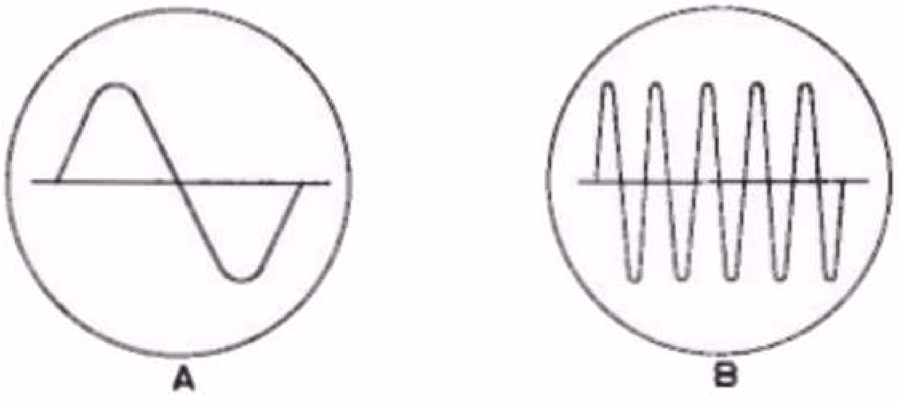
Grafische voorstelling van een sinusvormig beeld op het scherm van de electronenstraalbuis. Aan de klemmen 'VER' staat een sinusvormige spanning, aan de klemmen 'HOR' een zaagtandspanning.
Frequentieverhouding 'VER' : 'HOR' = 2 : 1

Fig. 7

Willen we op het scherm een stilstaand beeld verkrijgen, dan is het noodzakelijk dat de frequentie van de verticale beweging gelijk is aan, of een veelvoud van de frequentie van de horizontale beweging. Fig. 8 geeft hiervan twee voorbeelden.

Zaagtandgenerator (tijdas-generator)

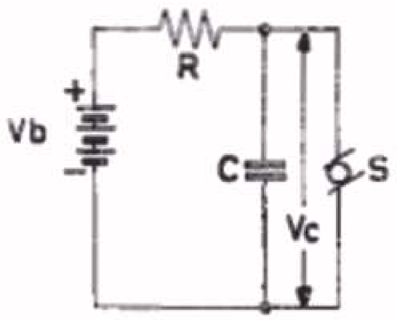
Om de constante horizontale beweging over het scherm te ver-



a. Sinusvormig beeld op het scherm van de electronenstraalbuis bij een frequentieverhouding 'VER' : 'HOR' = 1 : 1
b. Hetzelfde beeld bij een frequentieverhouding 'VER' : 'HOR' = 5 : 1

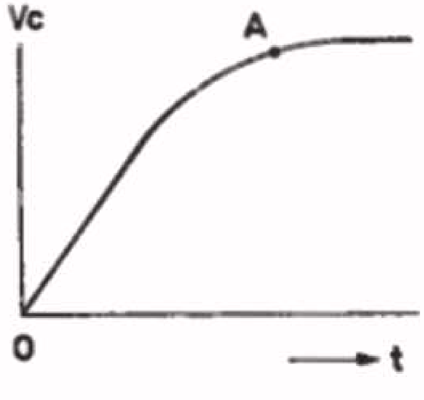
Fig. 8

krijgen, is in iedere oscillograaf een zaagtandgenerator ingebouwd. De schakeling daarvan varieert van betrekkelijk eenvoudig tot vrij gecompliceerd. Wij zullen daarom volstaan met behandeling van het principe. Hiertoe gaan wij uit van fig. 9. De condensator C is via de weerstand R aangesloten op de batterij Vb. Over de condensator staat een roterende schakelaar S, die regelmatig gesloten en onderbroken wordt. Bij onderbroken schakelaar zal de condensator C via de weerstand R worden opgeladen. Over de condensator C ontstaat een spanning Vc die gedurende het ladingsproces steeds toeneemt, tot de spanning Vc gelijk is aan de batterijspanning. Het verloop van deze spanning is weergegeven in fig. 10. Als nu de schakelaar S op het moment A van de karakteristiek, figuur 10, gesloten wordt, ontlaadt de condensator C zich over de schakelaar en valt de spanning Vc terug op 0 V. Wordt nu de schakelaar S weer onderbroken, dan begint de lading van de condensator opnieuw, totdat de schakelaar S weer gesloten wordt enz. Op deze wijze ontstaat het beeld van fig. 11.



Vereenvoudigde schakeling voor het opwekken van een zaagtandvormige spanning.

Fig. 9

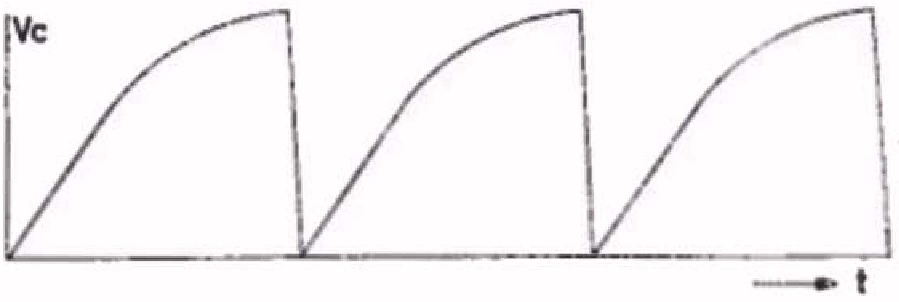


Het verloop van de spanning Vc over de condensator als functie van de tijd

Fig. 10

In plaats van de mechanische oplossing met de schakelaar S kunnen we een electrische oplossing met een neonbuisje kiezen. Een dergelijk buisje heeft de eigenschap dat pas bij een bepaalde spanning, de z.g.

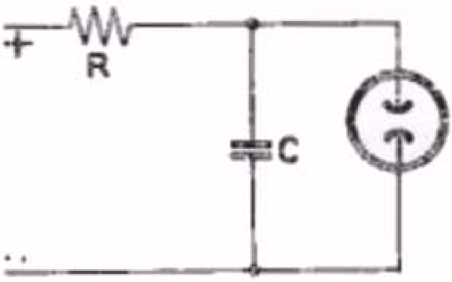
doorslagspanning, stroom begint te vloeien; bij een bepaalde minimale waarde (de z.g. doofspanning) houdt de stroom echter op. Wordt nu een dergelijk neonbuisje parallel aan de condensator C geschakeld, dan zal de spanning over de condensator kunnen



Zaagtandvormige spanning die met de schakeling van fig. 9 wordt opgewekt.

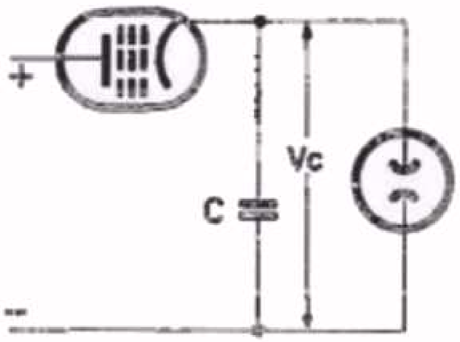
Fig. 11

aangroeien tot de waarde van de doorslagspanning van het neonbuisje. De condensator wordt dan ontladen, totdat de spanning Vc gelijk is aan de doofspanning van het neonbuisje. De schakeling is in fig. 12 voorgesteld. Deze schakeling heeft met die van fig. 9 het nadeel dat de spanning niet rechtlijnig verloopt. De eis van de zaagtandspanning isechter dat de spanning *constant* toeneemt. Dit wordt bereikt met het schema van fig. 13, waarin de serieweerstand is vervangen door een pentnode. In les 16 paragraaf 74 is verteld dat de



Principeschema voor het opwekken van een zaagtandvormige spanning met een neonbuisje.

Fig. 12



Schema van fig. 12, waarin de weerstand R vervangen is door een penthode.

Fig. 13

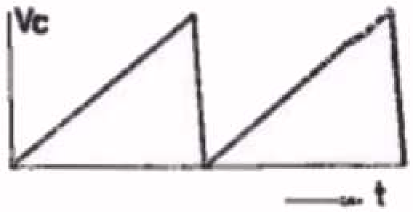
penthode bij een constante schermroosterspanning beschouwd kan worden als een constante stroomgenerator. De oplaadstroom van een condensator zal dus in deze schakeling onafhankelijk worden van de spanning Vc over de condensator. Men krijgt dan het beeld van fig. 14 dat overeenkomt met dat in fig. 5.

Uit fig. 13 kan men vrij eenvoudig afleiden door welke factoren de frequentie van de opgewekte zaagtandspanning wordt bepaald.

a. Door de condensator C. Een grotere condensator neemt een langere tijd om opgeladen te worden dan een kleinere condensator.
   Een langere oplaadtijd komt overeen met een lagere frequentie.

b. Door de laadstroom. Hoe groter de laadstroom van de condensator

is, des te sneller zal de condensator zijn opgeladen. Een grote laadstroom komt dus overeen met een hoge frequentie. Deze laadstroom kan o.v. worden ingesteld door middel van de schermroosterspanning van de laadpenthode.



Het verloop van de spanning Vc over de condensator als functie van de tijd voor de schakeling van fig. 13.

Fig. 14

Het voert voor deze cursus te ver om dieper op de zaagtandschakelingen in te gaan. Zij komen echter allen op het principe van fig. 13 neer.

Wij zullen thans eens nagaan welke bedieningsknoppen met de zaagtandgenerator te maken hebben.

1. Regeling van de frequentie van de zaagtandspanning; een grofregeling in stappen en een continue-fijnregeling.
2. Continue regelbare instelling van de amplitude van de zaagtandspanning.
3. Schakelaar (of potentiometer) om de zaagtandspanning te synchroniseren (dit is gelijk lopen) met de te onderzoeken spanning. Bij inschakelen hiervan wordt de zaagtandfrequentie gestuurd door de te meten spanning. Het verkregen beeld blijft nu, ook bij netspanningsveranderingen rustig.

Verticale versterker

De afbuiggevoeligheid (dit is de lengte van de lijn op het scherm per Volt op de afbuigplaten) van de electronenstraalbuis is voor veel metingen onvoldoende. *) Daarom wordt de te onderzoeken spanning meestal eerst versterkt en wordt de versterkte spanning aan de afbuigplaten toegevoerd. Deze versterker moet aan de volgende eisen voldoen:

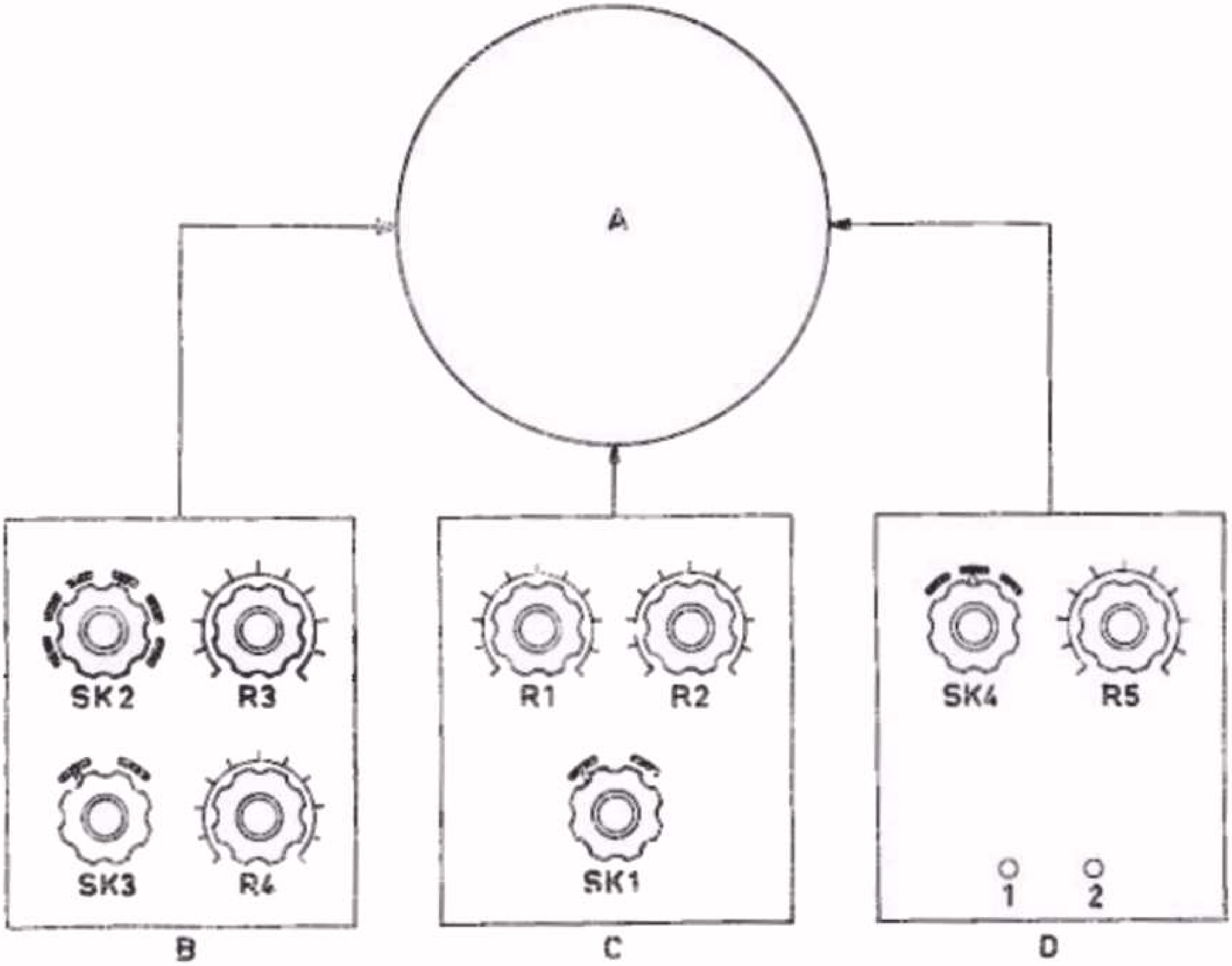
a. De vervorming moet zeer gering zijn; de te meten spanning moet immers onvervormd op het scherm worden weergegeven. Dit houdt tevens in dat
b. Het frequentiebereik vrij groot moet zijn. Wordt namelijk een vervormd signaal aan de oscillograaf toegevoerd, dan moeten de harmonischen van dit signaal in dezelfde mate worden versterkt. Is dit niet het geval, dan wordt geen overeenkomstig beeld op het scherm weergegeven.

De totale versterking van deze versterker is met een of twee knoppen in te stellen. Hiermee wordt dan de verticale amplitude van het beeld ingesteld.

---

*) Bij een electronenstraalbuis is de afbuiging van de straal op het scherm ca 0,2 mm per Volt tussen de afbuigplaten. Voor een afbuiging van 4 cm zou dus een spanning van $\frac{40}{0,2} = 200$ V nodig zijn.

In fig. 15 is een volledig blokschema van een oscillograaf afgebeeld, waarin de verschillende bedieningsknoppen zijn aangegeven. Na het voorgaande spreekt deze figuur voor zichzelf.



Blokschema van een electronenstraal-oscillograaf.

A - Electronenstraalbuis.

B - Zaagtandgenerator.

C - Voedingsgedeelte.

D - Verticale versterker.

SK1 - Netschakelaar.

R1 - Helderheidsinstelling.

R2 - Focussering.

SK2 - Grofinstelling van de zaagtandfrequentie.

R3 - Fijninstelling van de zaagtandfrequentie.

R4 - Amplitudeinstelling van de zaagtandspanning.

SK3 - Synchronisatie-schakelaar.

SK4 - Grofregeling van de verticale amplitude.

R5 - Fijnregeling van de verticale amplitude.

1-2 - Ingangsklemmen van de verticale versterker.

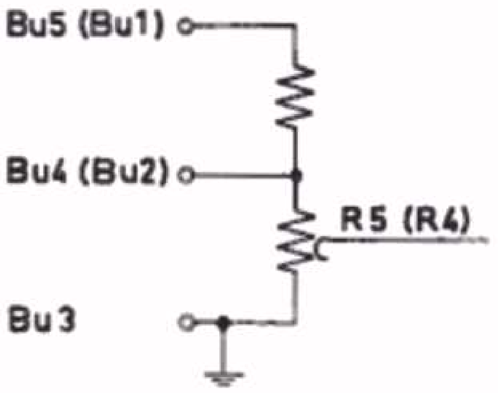
Fig. 15

124. De Philips electronenstraal-oscillograaf GM 5655/01.

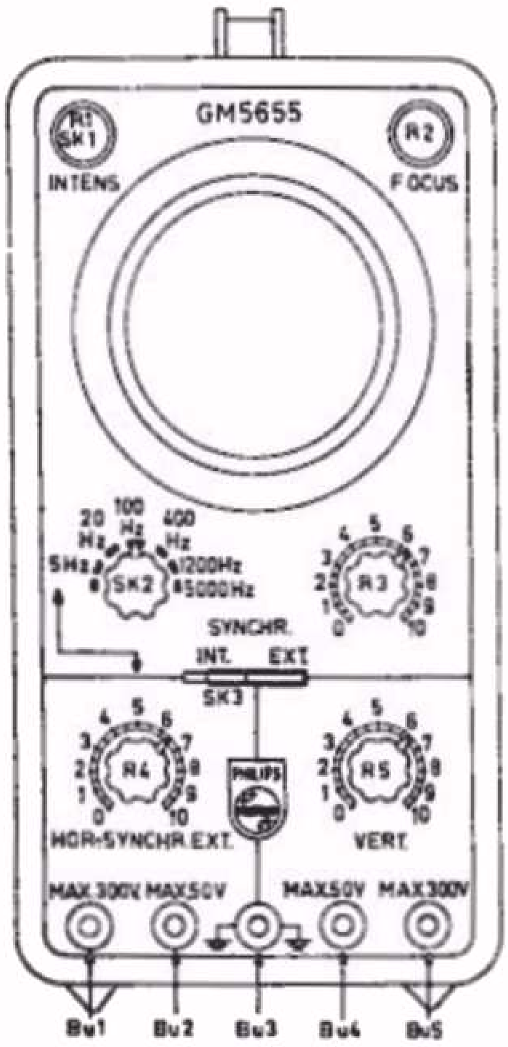
De GM 5655/01 is een eenvoudige oscillograaf die voor vele toepassingen in de Service-werkplaats bruikbaar is. Fig. 16 geeft daar het vooraanzicht van.

De functies van de bedieningsknoppen zijn dezelfde als in fig. 15. De verschillen zijn:

1. SK1 en R1 zijn gecombineerd.
2. SK4 ontbreekt. Hiervoor zijn twee aansluitbussen genomen. De schakeling daarvan is in fig. 17 weergegeven. De stappenregeling van de afbuiggevoeligheid (verticale versterker) wordt hier bereikt door een andere aansluitbus te kiezen.



Stappenverzwakker in de oscillograaf GM 5655/01.
Fig. 17



Voor-aanzicht van de electronenstraaloscillograaf GM 5655/01.
Bu3, Bu4, Bu5 : aansluitbussen voor verticale afbuiging.
Bu3, Bu2, Bu1 : aansluitbussen voor horizontale afbuiging.
Fig. 16

3. De schakelaar SK2 heeft een extra stand. In stand 1 is de zaagtandgenerator uitgeschakeld. Via een versterker die met R4 regelbaar is, zijn nu de aansluitbussen Bu3, Bu2 en Bu1 met de horizontale afbuigplaten verbonden. Deze stand van SK2 wordt o.a. gebruikt voor fazemetingen en voor het meten van frequenties.

Eigenschappen van de GM 5655/01

	Verticaal	Horizontaal
max. gevoeligheid	30 mVeff/cm	45 mVeff/cm
Frequentiekarakteristiek bij max. gevoeligheid	3-50.000 Hz (binnen + 10 en -30% t.o.v. 75 Hz)	als verticale versterker
Ingangsweerstand	Bu5-Bu3: 1,1 M Ω Bu4-Bu3: 0,1 M Ω	Bu1-Bu3: 1,1 M Ω Bu2-Bu3: 0,1 M Ω
Ingangscapaciteit	Bu5-Bu3: 12 pF Bu4-Bu3: 30 pF	Bu1-Bu3: 12 pF Bu2-Bu3: 40 pF

Frequentiebereik zaagtand-generator

Instelbaar met SK2

Stand 2	5 - 25 Hz	tolerantie ca 25%
Stand 3	20 - 120 Hz	
Stand 4	100 - 500 Hz	
Stand 5	400 - 2000 Hz	
Stand 6	1200 - 6000 Hz	
Stand 7	5000 - 25000 Hz	

Meetkop GM 4575

De oscillograaf GM 5655/01 kan in combinatie met de meetkop GM 4575 ook worden gebruikt als signal-tracer. De meetkop wordt daartoe met een 3-polige steker aan de achterzijde van de GM 5655/01 aangesloten. De gegevens als signal-tracer zijn de volgende:

Omschakelaar	Gevoeligheid	Ingangscapaciteit	Ingangsweerstand
Stand 1	1000 mVeff/cm beeldhoogte	ca 5 pF	ca 0,2 M Ω bij 1 MHz
Stand 2	100 mVeff/cm beeldhoogte	ca 12 pF	

Gevoeligheid: is constant tot frequenties van 32 MHz.

Meetspanning: toelaatbaar 250 V= + 100 V~ (= 500 V topspanning)

Voorbeeld van een meting uitgevoerd met de oscillograaf GM 5655/01

Op het eerste gezicht lijkt de bediening van een oscillograaf, door het grote aantal bedieningsknoppen, erg ingewikkeld. In werkelijkheid valt het erg mee, daar de meeste knoppen, na eenmaal te zijn ingesteld, niet meer behoeven te worden bijgeregeld.

Wij zullen eens zien hoe een wisselspanning van 1000 Hz zichtbaar kan worden gemaakt, waarbij we een beeld met 1 sinusvorm willen verkrijgen. De oscillograaf wordt met SK1 ingeschakeld. De knoppen R1, R2, R3, R4 en R5 plaatsen we voorlopig in de midden - stand. De schakelaar SK2 wordt in stand 5 (400-2000 Hz) gezet en schakelaar SK3 in stand 'INT' Het te onderzoeken signaal wordt nog niet aangesloten.
Na enige tijd verschijnt een horizontale lijn op het scherm. De lengte van deze lijn wordt met R4 op ca 4 cm ingesteld. Met R1 wordt de helderheid en met R2 de scherpte van deze lijn ingesteld.

Nu kunnen we het signaal aan de bussen Bu3 en Bu4 (of Bu5) aansluiten. Meestal verschijnt dan een onsamenhangend beeld op het scherm. De hoogte van het beeld wordt met R5 op ca 4 cm ingesteld, waarna door langzaam draaien van R3 een stilstaand beeld kan worden verkregen. Als dit beeld uit twee sinusvormen bestaat, dan is de frequentie van de zaagtandspanning te laag (500 Hz). R3 wordt nu zover rechtsom gedraaid tot weer een stilstaand beeld wordt verkregen. Dit zal nu een enkele sinusvorm zijn (de frequentie van de zaagtandspanning is 1000 Hz).

De oscillograaf is nu geheel ingesteld. Veelal is, bij contrôle van een apparaat, niet alleen het resultaat bij een enkele frequentie doorslaggevend. Voor een complete meting moet de frequentie en/of de amplitude van het signaal worden gewijzigd. Bij een amplitudewijziging wordt alleen R5 gebruikt om de beeldamplitude weer terug te brengen tot 4 cm. Wordt de frequentie gewijzigd, dan moeten we R3 (en eventueel SK2) bijregelen, om weer een stilstaand beeld te verkrijgen. Alle andere bedieningsknoppen kunnen in dezelfde positie blijven staan.

SAMENVATTING

1. Een oscillograaf is een instrument om de vorm van wisselspanningen (en stromen) zichtbaar te maken.

2. In een electronenstraal-oscillograaf wordt gebruik gemaakt van een electronenstraalbuis met fluorescerend scherm.

3. De figuur wordt door een electronenstraal geschreven. Deze straal is vrijwel zonder gewicht en geeft daarom tot zeer hoge frequenties een natuurgetrouw beeld van het te onderzoeken verschijnsel.

4. Voor de horizontale afbuiging wordt gebruik gemaakt van een zaagtandvormige spanning.

5. Tussen de aansluitklemmen en de verticale afbuigplaten bevindt zich een versterker die voor een groot frequentiegebied geschikt moet zijn.

6. De oscillograaf GM5655/01 kan in combinatie met de meetkop GM4575 gebruikt worden als signal-tracer.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Een signaal met een frequentie van 175 Hz wordt aan een oscillograaf toegevoerd. Men wil een beeld met drie sinusvormen verkrijgen.
   Op welke frequentie moet de zaagtandgenerator worden ingesteld?

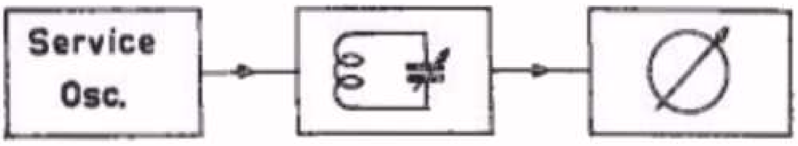
2. De frequentieverhouding 'VER' : 'HOR' = 1 : 2. Het signaal aan de verticale platen is sinusvormig.
   Construeer, zoals in fig. 6 is gedaan, de figuur die op het scherm zal ontstaan. (De terugslagtijd mag hierbij als 0 worden aangenomen).

3. Men heeft een weerstand nodig van 500 Ω - 3 W. Men heeft echter alleen de beschikking over 1 W weerstanden.
   Op welke wijze kunt U dat oplossen?

125. Een toepassing van de electronenstraal-oscillograaf.

In aansluiting op de vorige les willen wij in deze les een belangrijke toepassing van de oscillograaf voor de service behandelen. Deze toepassing betreft de contrôle van de M.F.-afstemkromme van een ontvangtoestel, nadat het opnieuw is afgeregeld. Vooral bij kwaliteitsapparaten, waarbij dikwijls de M.F.-bandbreedte regelbaar is (les 31), is het nuttig de vorm van de M.F.-afstemkromme visueel te controleren. Eventuele fouten bij het afregelen zijn dan direct zichtbaar.

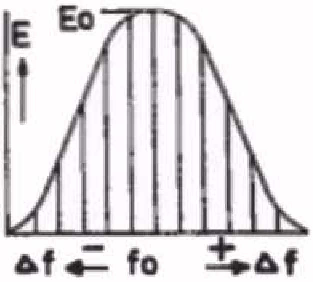
Men zou de afstemkromme met de meetopstelling van fig. 1 kunnen opnemen. Hierbij wordt op een passende wijze een wisselspanning met *constante* amplitude, maar met variërende frequentie, aan de afstemkring of aan het H.F.- of M.F.-versterkgedeelte toegevoerd. Over de uitgang (de detectie weerstand) wordt met een diodevoltmeter de uitgangswisselspanning gemeten.



Meetopstelling voor het punt voor punt opmeten van de resonantiekromme van een afstemkring.

Fig. 1

Volgens deze methode wordt de afstemkromme punt voor punt opgenomen. Als wij de resultaten grafisch uitzetten, wordt op de horizontale as de frequentie uitgezet en loodrecht naar boven de bij iedere frequentie gemeten uitgangsspanning. De lijn door de eindpunten van de loodlijnen geeft een getrouw beeld van de afstemkromme (fig. 2).



Voorbeeld van een afstemkromme. Op de horizontale as is de frequentie uitgezet, op de verticale as de spanning over de kring.

Fig. 2

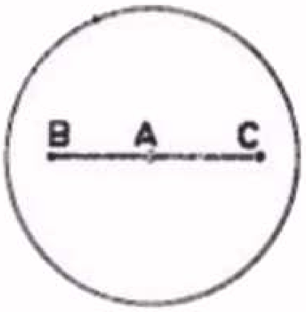
Op deze wijze verricht men veelal de selectiviteitsmetingen. Als men Δf zodanig kiest, dat de spanning aan weerszijden van de resonantiefrequentie fo tot 1/10 van de maximale waarde is gedaald, geeft de frequentieband tussen deze 2 punten de bandbreedte bij een verzwakking van 1:10.

Hoewel dit puntsgewijze opnemen van de afstemkromme de nauwkeurigste methode is, zal het duidelijk zijn, dat deze methode nogal omslachtig en tijdrovend is. Speciaal in verband hiermee heeft men o.a. ten behoeve van de service een methode ontwikkeld, die hoewel iets minder nauwkeurig, belangrijk veel sneller de complete afstem-

kromme verschaft. Bij deze methode maken we gebruik van de oscillograaf.

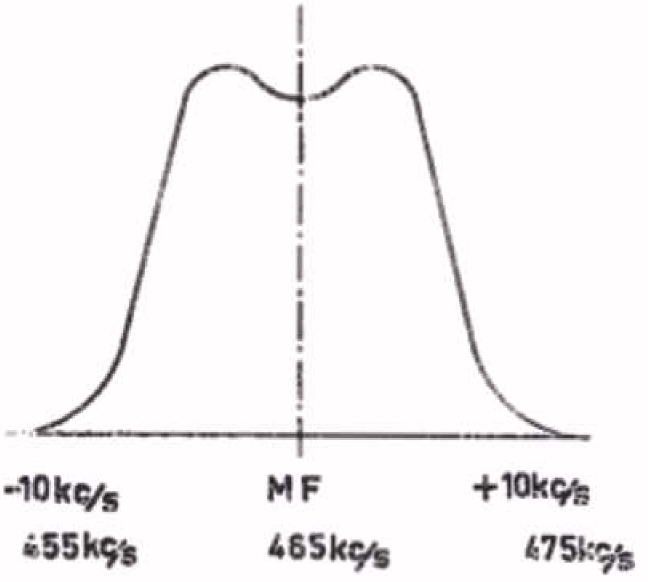
Om deze contrôlemeting met de oscillograaf te kunnen doen, moeten we over een frequentie-gemoduleerd signaal beschikken. De modulatie daarvan moet dezelfde vorm en frequentie hebben als de zaagtandspanning die de horizontale afbuiging in de oscillograaf veroorzaakt. Om dit te bereiken, wordt de zaagtandspanning zelf gebruikt, om het toegevoerde M.F.-signaal in frequentie te moduleren.

Ter verduidelijking een eenvoudig getallenvoorbeeld.
We nemen aan dat het M.F.-signaal een frequentie heeft van 465 kHz en dat deze door de zaagtandspanning in frequentie gevarieerd wordt met 10 kHz naar beide zijden. De frequentie van het signaal neemt dan met een constante snelheid van 455 kHz tot 475 kHz toe, keert dan weer snel terug tot 455 kHz, waarna de frequentie-toename opnieuw begint, enz. Gelijktijdig beweegt de electronenstraal zich in hetzelfde rhythme over het scherm van de kathodestraalbuis en zal dan een horizontale lijn beschrijven. Ieder punt van deze lijn komt nu overeen met een bepaalde frequentie van het in frequentie gemoduleerde M.F.-signaal (zie fig. 3). De punten A, B en C komen hierin overeen met de frequenties van 465 kHz, 455 kHz en 475 kHz.



Horizontale lijn die een frequentiesignaal voorstelt.
A – 465 kHz
B – 455 kHz
C – 475 kHz
Fig. 3

Dit frequentie-gemoduleerde signaal wordt nu toegevoerd aan een M.F.-versterker, waarvan de afstemkromme de vorm heeft van fig. 4. Deze kromme stelt ook de gelijkspanning over de detectorweerstand voor als de frequentie gevarieerd wordt (zie les 11 par. 56 en les 19 par. 86). Deze detectorspanning wordt aan de verticale ingang van de oscillograaf toegevoerd. We krijgen nu de volgende toestand.

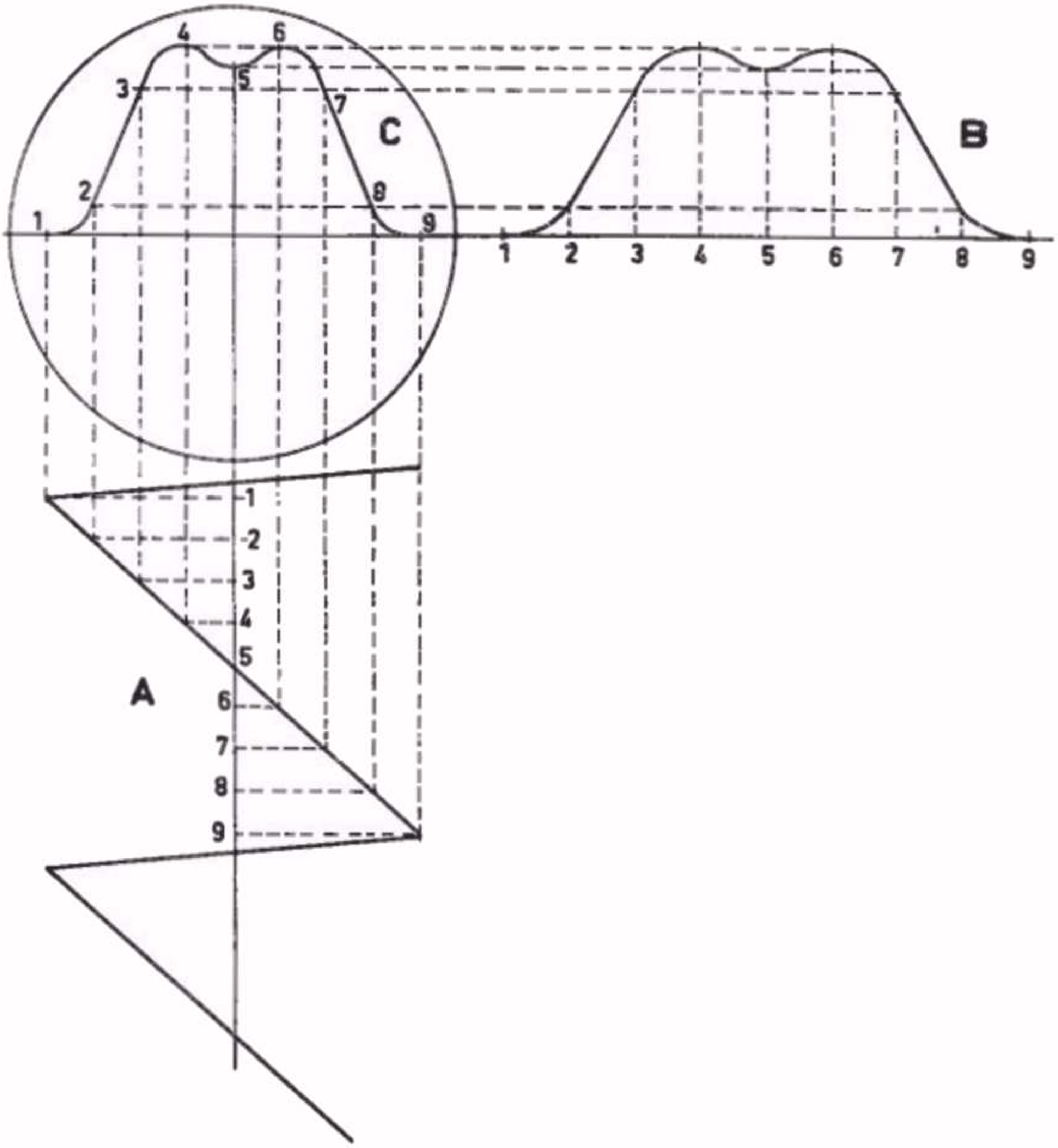


Afstemkromme van een M.F.-versterker.
Fig. 4

Wanneer de lichtvlek in punt B is (fig. 3), is de toegevoerde frequentie 455 kHz. De spanning over de detectorweerstand zal practisch nul zijn, zodat in de oscillograaf nog geen verticale afbuiging plaats heeft. In de tijd dat de lichtvlek zich begeeft van punt B naar punt A, zal de frequentie variëren van 455 tot 456 kHz, en zal de gelijkspanning over de detectorweerstand overeenkomstig de linker helft van fig. 4 verlopen.

De oscillograaf zal een overeenkomstige verticale afwijking weer geven, zodat een gelijksoortige figuur als de linker helft van fig. 4 zal worden getekend.

Op dezelfde wijze wordt gedurende de tijd A-C, waarbij de frequentie varieert van 465 tot 475 kHz.een figuur beschreven die overeenkomt met de rechter helft van fig. 4. Op het tijdstip



Constructie van het beeld van een afstemkromme op het scherm van een oscillograaf.

A - horizontale afbuigspanning die een gelijkvormige frequentievariatie geeft.

B - afstemkromme van een M.F.-versterker; tevens de gelijkspanning over de detectorweerstand bij verschillende frequenties.

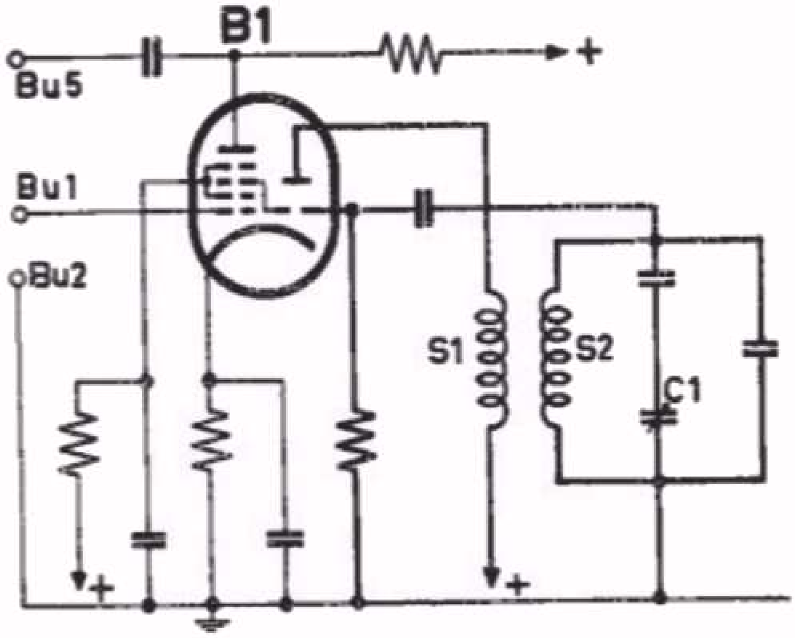
C - door de oscillograaf weergegeven figuur.

Fig. 5

neemt de frequentie zeer snel af tot 455 kHz en de lichtvlek gaat zeer snel terug naar punt B, waarna de bovengenoemde cyclus wordt herhaald. Op het scherm van de oscillograaf wordt dus in het geheel een figuur getekend die overeenkomt met fig. 4.

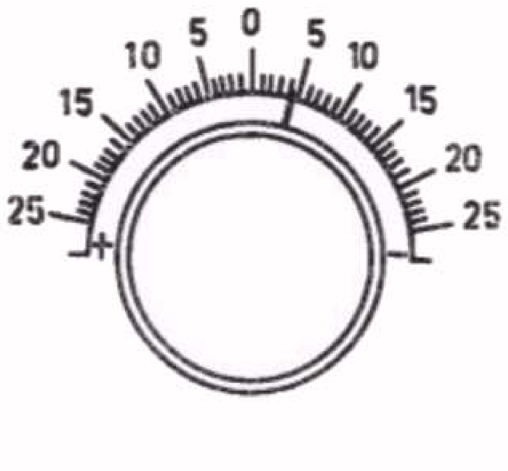
In fig. 5 is op dezelfde wijze als in fig. 7 van les 34 is geschied , de afstemkromme grafisch geconstrueerd.

Zoals reeds in het begin is vermeld, moeten wij, om met de oscillograaf de afstemkromme te kunnen weergeven, beschikken over een frequentie-gemoduleerd H.F.-signaal. De serviceoscillatoren GM 2883 en GM 2884 (zie les 18)zijn ingericht om een amplitude-gemoduleerd signaal te verstrekken. Om nu toch de beschikking te krijgen over een frequentie-gemoduleerd signaal, maken we gebruik van een hulpapparaat dat een ongemoduleerd H.F.-signaal omzet in een frequentie-gemoduleerd H.F.-signaal. Dit hulpapparaat wordt frequentiemodulator genoemd (de Amerikaanse benaming is 'Wobbler').



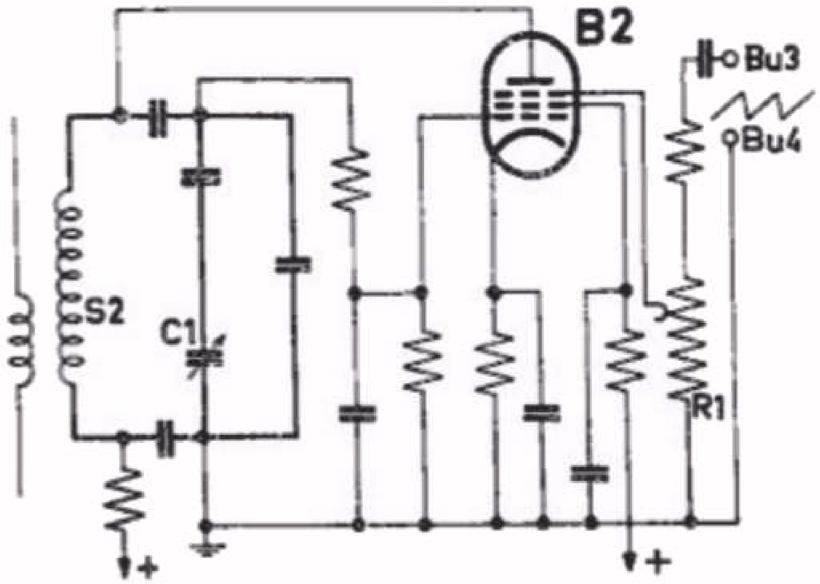
Oscillator-mengbuisgedeelte van de frequentiemodulator GM2886.Met C1 kan de oscillatorfrequentie 25 kHz worden vergroot of verkleind.

Fig. 6



Schaalverdeling van C1.

Fig. 7



Reactantiebuis-schakeling, die parallel geschakeld is aan de oscillatorafstemkring.

Fig. 8

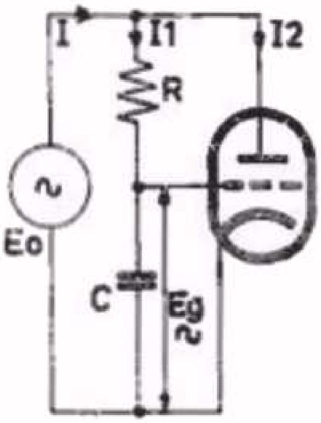
126. De Philips frequentie-modulator GM 2886

Philips brengt voor dit doel een frequentie-modulator in de handel onder het typenummer GM 2886. De werking van dit apparaat is als volgt (zie fig. 6).

B1 is een triode-hexode die dienst doet als oscillator-mengbuis. De schakeling komt vrijwel overeen met die welke in radio-ontvangers worden gebruikt. De oscillatorfrequentie kan met de condensator C1 25 kHz naar beide zijden worden gevarieerd. C1 is voorzien van een schaalverdeling, zoals in fig. 7 is afgebeeld. Wij kunnen met behulp hiervan de bandbreedte van de afstemkromme bepalen.

Als C1 in stand 0 staat, is de oscillatorfrequentie 4000 kHz. Wordt nu aan de bus Bu1 een ongemoduleerd H.F.-signaal met frequentie f toegevoerd, dan ontstaat aan Bu5 (de anode van het hexodegedeelte) o.a. een frequentie f-4000 kHz (zie les 21, par. 93).
Dit signaal is nog ongemoduleerd. Om hiervan een frequentie-gemoduleerd signaal te maken, wordt nog een buis aan de schakeling toegevoegd (zie fig.8). Deze buis is parallel geschakeld aan de oscillatorkring en heeft in deze schakeling het effect van een zelfinductie.

Voor een goed begrip van de werking kunnen we deze schakeling terugbrengen tot het eenvoudige principeschema van fig. 9. Hierin bevinden zich parallel aan een generator met spanning Eo (de oscillatorkring) een versterkbuis met parallel daaraan een serieschakeling van een weerstand R en een condensator C.
De weerstand R en de condensator C hebben een zodanige waarde, dat de wisselstroomweerstand X_C voor de frequentie van Eo klein is t.o.v. R. In dat geval is de stroom I1 practisch in fase met de generatorspanning Eo (zie les 7, par. 33). De wisselspanning Eg over de condensator C in de roosterketen van de buis ijlt 90° na t.o.v. I1 (zie les 8, par. 43). Zoals bekend is de anodewisselstroom I2 van de buis gelijk aan SxEg en bovendien in fase met Eg. De anodestroom I2 is dus eveneens 90° naijlend t.o.v. I1, dus ook t.o.v. Eo. Een element waarbij de stroom 90° naijlt bij de spanning, gedraagt zich als een zelfinductie (zie les 7, par. 34). Dit betekent dat de buis in fig. 9 zich als een zelfinductie gedraagt. Men spreekt daarom wel van een reactantiebuis.



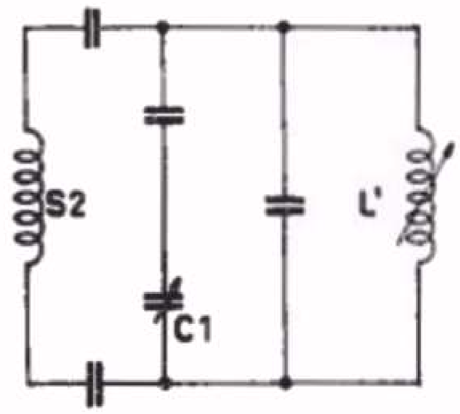
Principeschema van een reactantiebuis met een inductiefkarakter.

Fig. 9

Het blijkt nu, dat de grootte van deze zelfinductie afhankelijk is van de steilheid van de buis. De schakeling van fig. 8 komt dus overeen met die van fig. 10. Hieruit zien wij dat de totale zelfinductie van de oscillatorkring bestaat uit een parallelschakeling van S2 en L', waarbij L' variabel is (afhankelijk van de steilheid van B2). Bij variatie van L' zal de totale zelfinductie van de

oscillatorkring veranderen en dus ook de oscillatorfrequentie variëren (zie les 24, par.105).

Voeren we nu aan de bussen Bu3 en Bu4 de zaagtandspanning van de oscillograaf t , dan varieert, onder invloed van de spanning aan g3, de steilheid van B2 in hetzelfde rhythme. Dit veroorzaakt een overeenkomstige frequentiemodulatie van de 4000 kHz-oscillator, zodat aan Bu5 de gewenste frequentie-gemoduleerde spanning beschikbaar komt.
De grootte van de modulatie (deviatie)kan met R1 worden ingesteld.
Resumerend kunnen we zeggen:
De frequentie van het aan Bu1-Bu2 toegevoerde ongemoduleerde signaal wordt getransformeerd in een andere frequentie.
Deze (draaggolf) frequentie kunnen we met C1 plus of min 25 kHz variëren.
Een zaagtandspanning die aan Bu3-Bu4 wordt toegevoerd, veroorzaakt de gewenste frequentie-modulatie van deze draaggolf.
Met R1 kunnen we de waarde van de frequentiezwaai naar wens instellen.
Het frequentie-gemoduleerde signaal wordt van Bu5 afgenomen.

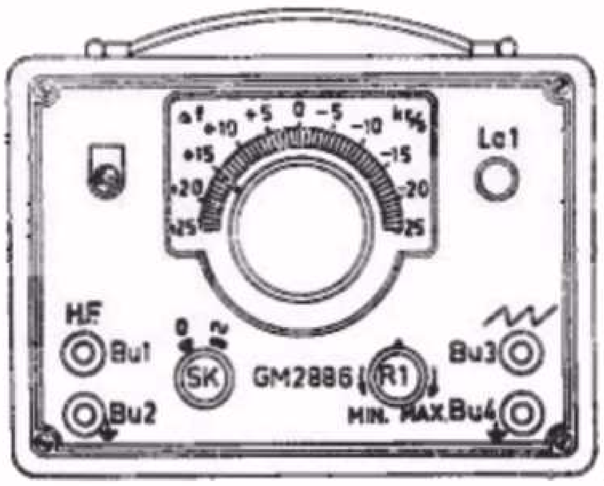


Vervangingsschema van fig. 8. L' is de zelfinductie die door de reactantiebuis wordt gevormd.

Fig. 10

Gegevens van de GM 2886

In fig. 11 is het vooraanzicht van de GM 2886 afgebeeld.



Vooraanzicht van de Philips frequentiemodulator GM 2886. Bu5 bevindt zich aan de achterzijde van het apparaat.
Sk — netschakelaar
Lo1— signaallampje

Fig. 11

Gevoeligheid

Een toegevoerd H.F.-signaal van 100 mV geeft een frequentie-gemoduleerd verschilsignaal van ca 10 mV.

Ingangsimpedantie

Over Bu1-Bu2 (hulposcillator): ca 1 MΩ.
Over Bu3-Bu4 (tijdbasis): ca 2 MΩ.
Maximum toe te voeren gelijkspanning ca 500 V.

Uitgangsimpedantie

Op Bu5 ca 200 Ω.
Maximum toe te voeren gelijkspanning ca 700 V.

Frequentie van de ingebouwde oscillator

4 MHz + of - 1%.

Verstemming

Van + 25 kHz tot - 25 kHz.

Frequentiezwaai

Bij toevoeren van een zaagtandspanning van 50 V (van top tot top) is de frequentiezwaai met behulp van R1 regelbaar tot minstens 50 kHz.

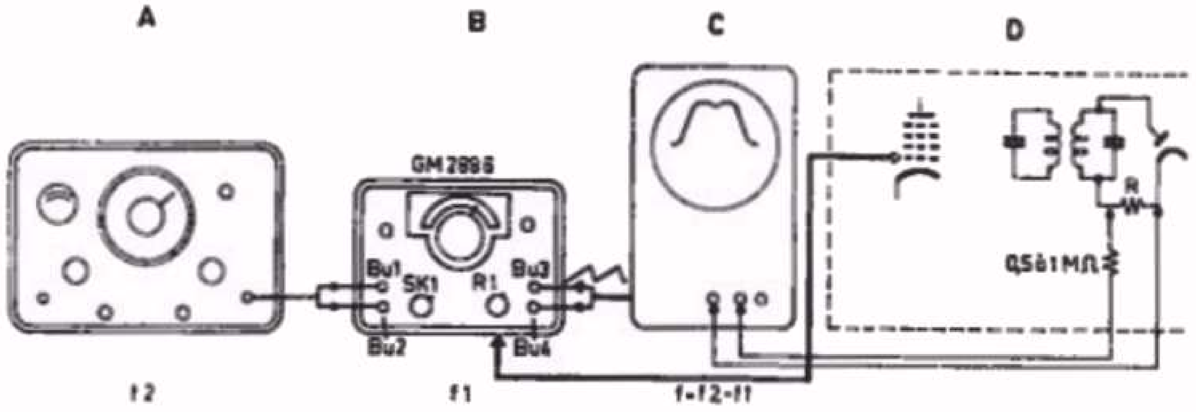
Aflezing

De schaal is direct geijkt in kHz met een nauwkeurigheid van + of -1 kHz.

127. <u>Visuele contrôle van de afstemkromme</u>

Zoals reeds in les 21 is vermeld, wordt de selectiviteit van het ontvangtoestel hoofdzakelijk door het M.F.-gedeelte bepaald. Als de ontvanger is uitgerust met een bandbreedte-regelaar (variabele selectiviteit), dan is deze schakeling daarom altijd in het M.F.-gedeelte opgenomen (zie les 31).

Voor een contrôle van de selectiviteit en de vorm van de afstemkromme van een ontvanger geeft de contrôle van de M.F.-versterker dan ook reeds een voldoende beeld. De schakeling voor deze contrôle is in fig. 12 weergegeven.



Opstelling voor de contrôle van de M.F.-resonantiekromme.
A - service oscillator
B - frequentiemodulator
C - oscillograaf
D - M.F.-gedeelte van de ontvanger
Fig. 12

Als wij er van uitgaan dat de middenfrequentie van de ontvanger gelijk is aan 465 kHz, dan wordt de service-oscillator (f2) afgestemd op 465 + 4000 = 4465 kHz. Dit signaal wordt aan de bussen Bu1-Bu2 van de GM 2886 toegevoerd. De uitgangsspanningsregelaar van de service-oscillator wordt hierbij op maximum gezet. De GM 2886 (met C1 in de nulstand) geeft dan een signaal van 465 kHz af.

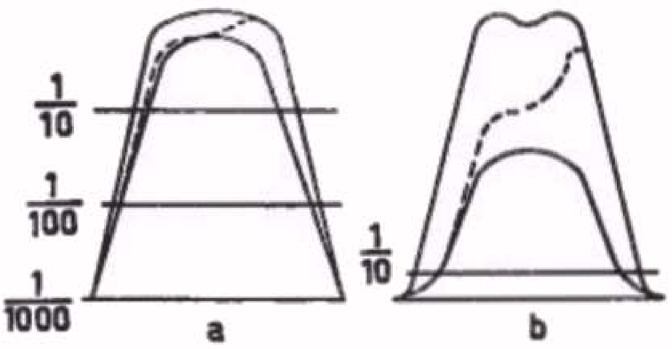
Dit signaal wordt toegevoerd aan het ingangsrooster van de mengbuis van de ontvanger. De zaagtandspanning van de oscillograaf wordt toegevoerd aan de bussen Bu3-Bu4 van de frequentie-modulator (deze zaagtandspanning is bij alle Philips oscillografen gemakkelijk af te nemen).

De verticale ingang van de oscillograaf wordt via een capaciteitsarme afgeschermde verbinding verbonden met de detectorweerstand R. Om een storende invloed van de ingangsweerstand van de oscillograaf op het detectiecircuit te voorkomen, wordt in deze leiding een serieweerstand van 0,5 à 1 MΩ opgenomen.

De tijdbasisfrequentie van de oscillograaf wordt ingesteld op de netfrequentie. Het is mogelijk, dat nu nog geen beeld op het scherm verschijnt. De afstemming van de service-oscillator moet dan iets worden gewijzigd tot het beeld verschijnt. (Gelijktijdig wordt een ratelend geluid in de luidspreker hoorbaar. Dit geluid kan desgewenst met de volumeregelaar van de ontvanger worden weggedraaid). De frequentie van de service-oscillator moet nu zo ingesteld worden, dat het beeld in het midden van het scherm komt te staan.
Met R1 van de GM 2886 kan men de breedte van het beeld naar wens instellen. Wordt R1 ingesteld op een grote frequentiezwaai (de afstand B-C in fig. 1 komt dan overeen met b.v. 40 kHz), dan wordt een smalle figuur weergegeven; bij instelling op een kleine frequentiezwaai wordt een breed beeld verkregen. De stand van R1 moet daarom proefondervindelijk worden bepaald.

De figuur op het scherm moet nu redelijk symmetrisch zijn en bij een apparaat met een bandbreedte-regelaar moet het beeld symmetrisch blijven voor de verschillende standen van deze regelaar. Is dit niet het geval, dan zijn de M.F.-kringen niet goed afgeregeld en moet het M.F.-gedeelte opnieuw worden getrimd.

Over de weergegeven figuur nog de volgende opmerking:
De verticale afbuiging van de oscillograaf is lineair met de spanning over de detectorweerstand R, d.w.z. wordt deze spanning 2x groter, dan wordt ook de verticale afbuiging 2 x zo groot.

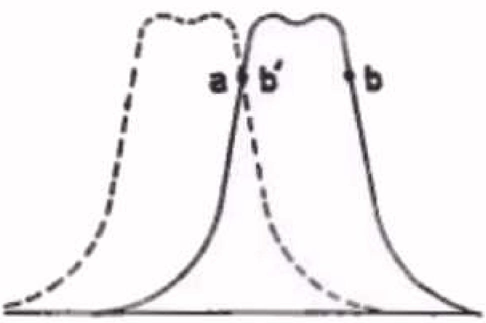


a. Afstemkromme op logarithmische schaal
b. Dezelfde afstemkromme op lineaire schaal
Fig. 13

In de publicaties van de afstemkrommen wordt de verticale schaal steeds in een logarithmische verdeling weergegeven. Dit houdt in, dat afwijkingen van de juiste vorm bij een logarithmische schaalverdeling veel minder tot uiting komen, dan bij een lineaire schaalverdeling, zoals de oscillograaf die bezit. Voor de practijk komt het er op neer, dat kleine afwijkingen van de ideale vorm op het scherm van de oscillograaf niet direct alarmerend zijn (zie fig. 13 a en b).

Meting van de bandbreedte in kHz

Wil men de bandbreedte meten voor b.v. een verzwakking van 1 : $\sqrt{2}$, dan gaat men uit van een punt dat zich ongeveer op 7/10 van de hoogte van de kromme bevindt (zie fig. 14). Dit punt a wordt dan even met een zacht potlood op de buis gemerkt. Nu wordt knop C1 van de frequentiemodulator gedraaid tot punt b in punt a is aangekomen (b'). Uit de aanwijzing van C1 kan deze bandbreedte direct in kHz worden afgelezen.



Meting van de bandbreedte van een afstemkromme.

Fig. 14

Bij toestellen met variabele bandbreedte kan men de bandbreedte op iedere stand van de desbetreffende regelknop van de ontvanger meten.

Voor een verzwakking van 1 : 10 heeft de meting op een tiende van de hoogte plaats.

Wil men de selectiviteit en de vorm van de afstemkromme van de complete ontvanger controleren, dan gaat men op vrijwel dezelfde wijze te werk. Het uitgangssignaal van de GM 2886 wordt dan aan de antennebus van de ontvanger toegevoerd (kunstantenne tussenschakelen). De service-oscillator wordt nu afgestemd op een frequentie (4000 + f) kHz, waarbij f de frequentie is waarop de ontvanger is ingesteld.
Deze frequentie 'f' mag echter niet gelijk aan 4000 kHz of een harmonische daarvan zijn.
De verdere aansluitingen en instellingen zijn gelijk aan die voor de contrôle van het M.F.-gedeelte.

SAMENVATTING

1. Een belangrijke toepassing van de oscillograaf voor de Service is de visuele contrôle van de afstemkromme van het M.F .-gedeelte van een ontvanger.

2. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een frequentie-modulator die het ongemoduleerde HF-signaal van de service-oscillator in frequentie moduleert.

3. Bij de Philips frequentie-modulator GM 2886 wordt de frequentie-modulatie verkregen met gebruikmaking van een reactantiebuis.

4. De schakeling met de reactantiebuis heeft het karakter van een zelfinductie en is parallel geschakeld aan de oscillator-afstemkring. De zelfinductie van deze schakeling is afhankelijk van de steilheid van de buis, welke wordt beinvloed door de zaagtandspanning van de oscillograaf.

5. De frequentie-modulator GM 2886 is zodanig uitgevoerd, dat de bandbreedte van de afstemkromme direct in kHz kan worden afgelezen.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. In de opstelling van fig. 12 in deze les komt een horizontale lijn van 4 cm op de kathodestraalbuis overeen met een frequentie van 30 kHz.
De resonantiekromme van een kring heeft een ideale vorm met een bandbreedte van 9 kHz.
Teken in de juiste verhouding het beeld dat op het scherm zal verschijnen.

2. Een antenne-afstemkring bestaat uit een spoel van 250 µH en een variabele condensator van 50-500 pF.
Welk frequentiebereik heeft deze kring?

3. Bepaal de schermrooster-serieweerstand van een penthode als de normale schermroosterstroom 0.8 mA en de schermroosterspanning 80 V bedraagt.
De totale voedingsspanning is 250 V.
Hoe groot is de spanning Vg2 bij een schermroosterstroom van 0,5 mA?

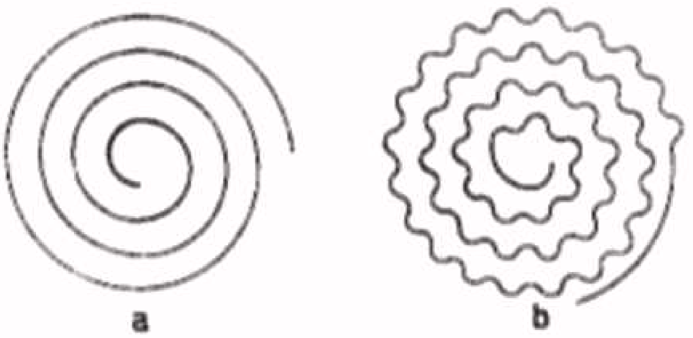
4. Welke condensator moet men met een condensator van 2400 pF in serie schakelen om een totale capaciteit van 800 pF te verkrijgen?.

128. De gramofoonplaat

Het ontvangtoestel wordt behalve voor ontvangst van de uitzendingen van de omroepstations ook veel gebruikt als versterker van gramofoonmuziek. Deze muziek bevindt zich in geconcentreerde vorm op de gramofoonplaat, en zij wordt door middel van de gramofoonopnemer of pick-up omgezet in electrische trillingen die in het L.F. gedeelte van het ontvangtoestel worden versterkt en aan de luidspreker toegevoerd.

Alvorens onze aandacht te wijden aan de pick up, zullen wij voor een goed begrip van een en ander eerst iets vertellen over de gramofoonplaat zelf.

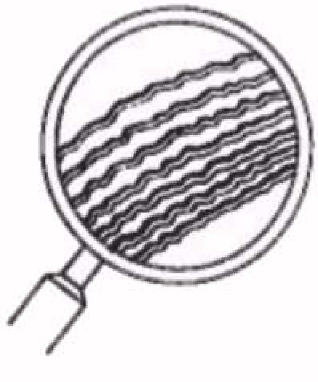
De muziekopname op de gramofoonplaat kunnen wij het beste vergelijken met de mechanische oscillograaf die in les 34 werd beschreven. Hierbij werd een electrische trilling via het in het rhythme van deze trilling bewegende anker met daaraan verbonden schrijfstift overgebracht op een in de lengterichting voortbewegende papierstrook (zie fig. 1 van les 34). Als wij deze papierstrook spiraalsgewijze laten voortbewegen, krijgen wij het beeld van de groeven



a. Spiraalvormige groef in de gramofoonplaat in ongemoduleerde toestand.
b. Idem, doch in gemoduleerde toestand.

Fig. 1

in de gramofoonplaat (zie fig. 1a). Nu wordt bij de gramofoonplaat niet geschreven, maar een groef ingesneden. Hierbij is dus de schrijfstift van de mechanische oscillograaf vervangen door een speciale beitel. De modulatie (het slingerende geluidsspoor) wordt verkregen door de beitel te koppelen aan een beweegbaar anker van een z.g. snijkop.
(Bij de opname van de gramofoonplaat wordt gebruik gemaakt van een op een drager aangebrachte wasplaat. In deze wasplaat wordt met behulp van een snijkop de groef spiraalsgewijze gesneden. Van deze wasopname wordt een metalen matrijs gemaakt met behulp waarvan een groot aantal copiëen, de eigenlijke gramofoonplaten, kan worden gemaakt).



Vergroot beeld van de groeven in een gramofoonplaat.

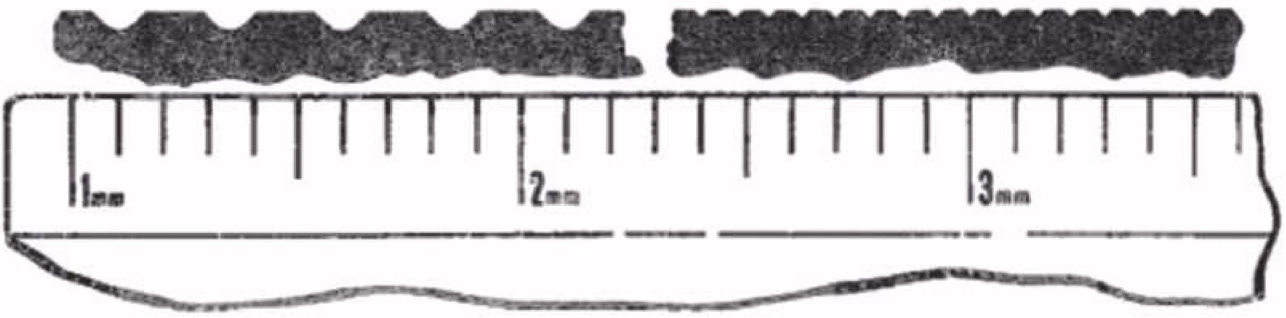
Fig. 2

In ongemoduleerde toestand zal alleen een spiraal volgens fig. 1a worden gesneden. Zodra een modulatiespanning wordt toegevoerd, ontstaat het beeld van fig. 1b en 2.
Het zal duidelijk zijn dat de hoeveelheid muziek, die op de plaat kan worden vastgelegd, afhankelijk is van de afmeting van de plaat. Bovendien zal de spiraallengte langer kunnen zijn als de onderlinge afstand tussen de groeven en de middellijn van de groeven zelf zo

klein mogelijk zijn. Verder hangt het van de draaisnelheid af hoe lang de speelduur van de plaat zal zijn.

Tot voor enige jaren was de normale omwentelingssnelheid van de gangbare plaat 78 omwentelingen per minuut. Een plaat met een diameter van 30 cm heeft daarbij een speelduur van ca. 4½ minuut. De laatste jaren worden hoe langer hoe meer zogenaamde langspeel-platen gebruikt. Deze platen hebben een veel smallere groef (men noemt deze platen daarom ook wel micro-groefplaten) en een kleinere onderlinge afstandvan de groeven. Bovendien is de omwentelingssnelheid veel langzamer, namelijk 33 1/3 omwenteling per minuut (er zijn ook fijngroef-platen in de handel met een omwentelingssnelheid van 45 omwentelingen per minuut). Dit heeft tot gevolg dat de speelduur van deze platen aanzienlijk langer is.

De speelduur van de 25 cm en 30 cm platen met een omwentelingssnelheid van 33 1/3 omwenteling per minuut is bij voorbeeld 15 minuten respectievelijk 22½ minuut per zijde.



Vergelijking tussen de groefbreedte van de oude standaardplaten en de micro-groefplaten.

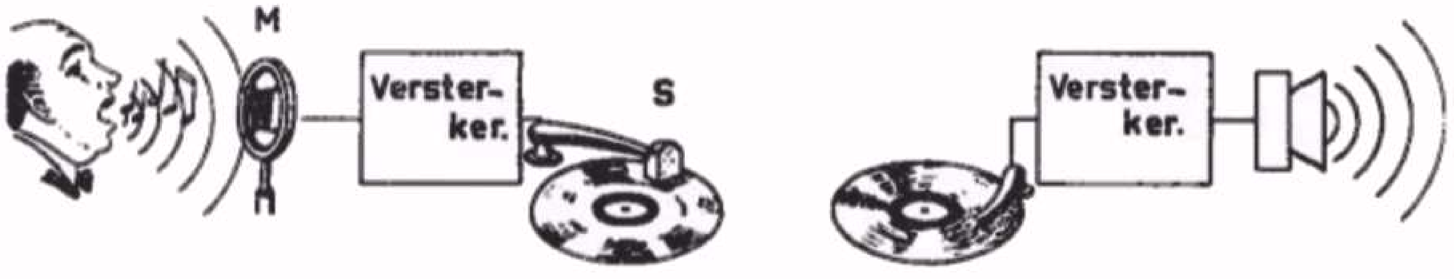
Fig. 3

In fig. 3 hebben wij ter vergelijking tussen de platen met het oude systeem en de micro-groefplaten de breedte van de groef en de afstand tussen de groeven op schaal weergegeven.

Het binnenste onbespeelde gedeelte van de plaat is voorzien van een z.g. uitloopgroef, bestaande uit een paar gangen met grote spoed. Deze uitloopgroef dient om de gramofoon-motor na het afspelen van de plaat automatisch uit te schakelen. Het uitschakelmechanisme (netschakelaar) wordt dan door de opnemerarm gestuurd (zie par. 130). Ook aan de buitenomtrek is de plaat voorzien van een enkele gang met grotere spoed, de z.g. inloopgroef. Hierdoor is het niet beslist noodzakelijk dat de naald bij het begin van de plaat precies in de eerste gang wordt geplaatst.
De aan- en uitloopgroeven zijn vooral van betekenis bij gebruik van platenwisselaars (par. 130), waarbij na het afspelen van een plaat automatisch wordt overgegaan tot een volgende, meestal tot een maximum van 10 stuks.

Bij het afspelen van de plaat volgt de naald van de pick-up de variaties van de groef. Door deze mechanische trilling die dezelfde variaties heeft als die van de overeenkomstige geluidstrilling, wordt een wisselspanning geïnduceerd, waarvan de frequentie gelijk is aan die van de mechanische trilling.

Dit omzetten van de mechanische trilling in een electrische trilling geschiedt in de gramofoonopnemer of pick-up.



Vereenvoudigde voorstelling van het opname- en weergaveproces van een gramofoonplaat.
M = microfoon; S = snijkop.

Fig. 4

Het totale beeld van de opname tot en met de weergave hebben wij in fig. 4 weergegeven. Van de apparatuur die bij de weergave wordt gebruikt, hebben wij reeds verscheidene elementen behandeld:
de microfoon (les 9)
de luidspreker (les 9)
de versterker (les 15).
Wij zullen nu overgaan tot behandeling van de pick-up en de gramofoon.

129. Gramofoonopnemer of pick-up

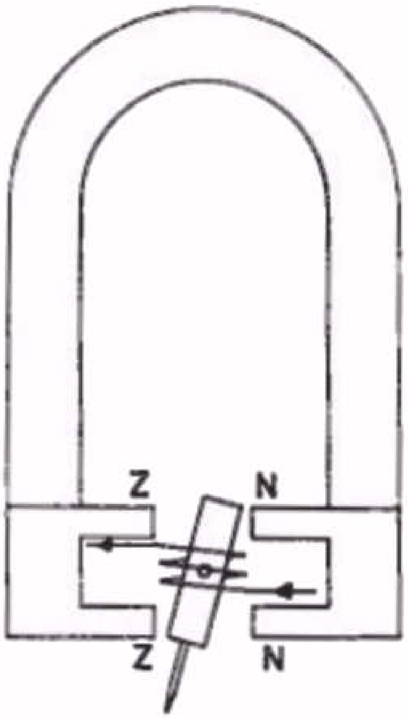
De electrische gramofoonopnemer of pick-up dient om op gramofoonplaten vastgelegde spraak of muziek via een L.F. versterker en luidspreker weer te geven.
De taak van de pick-up is in principe gelijk aan die van de microfoon. De microfoon zet de geluidstrilling eerst om in een mechanische trilling en daarna in een electrische trilling. Zoals hiervoor reeds is gezegd, zet de pick-up een mechanische trilling om in een electrische trilling.

Evenals bij de microfoon maakt men bij de verschillende pick-upsystemen gebruik van de electro-magnetische, electro-dynamische of piëzo-electrische werking. Al naar gelang van het toegepaste principe onderscheidt men dan ook:
a. Electro-magnetische pick-ups.
b. Electro-dynamische pick-ups.
c. Piëzo-electrische of kristal pick-ups.

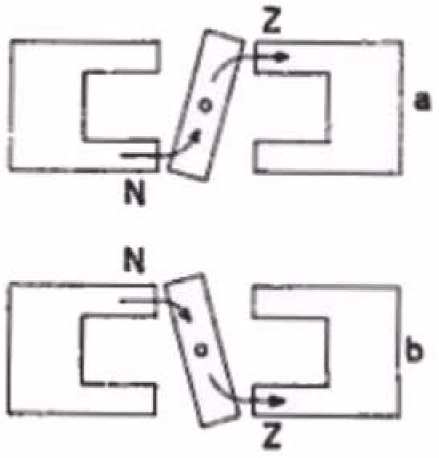
a. *De electro-magnetische pick-up*

Het principe van deze pick-up is in fig. 5 afgebeeld. Een permanente magneet is voorzien van twee poolschoenen, waar tussenin een spoeltje om een week-ijzeren ankertje dat met de naald is verbonden, om zijn middelpunt kan bewegen. De werking is nu als volgt: de naald volgt de loop van de groef in de gramofoonplaat. Door de "modulatie" van de groef zal de naald heen en weer worden bewogen in het rhythme van de modulatie. In stand a van fig. 6 loopt bijvoor-

beeld door het anker, en dus door de spoel, een magnetische flux van beneden naar boven.



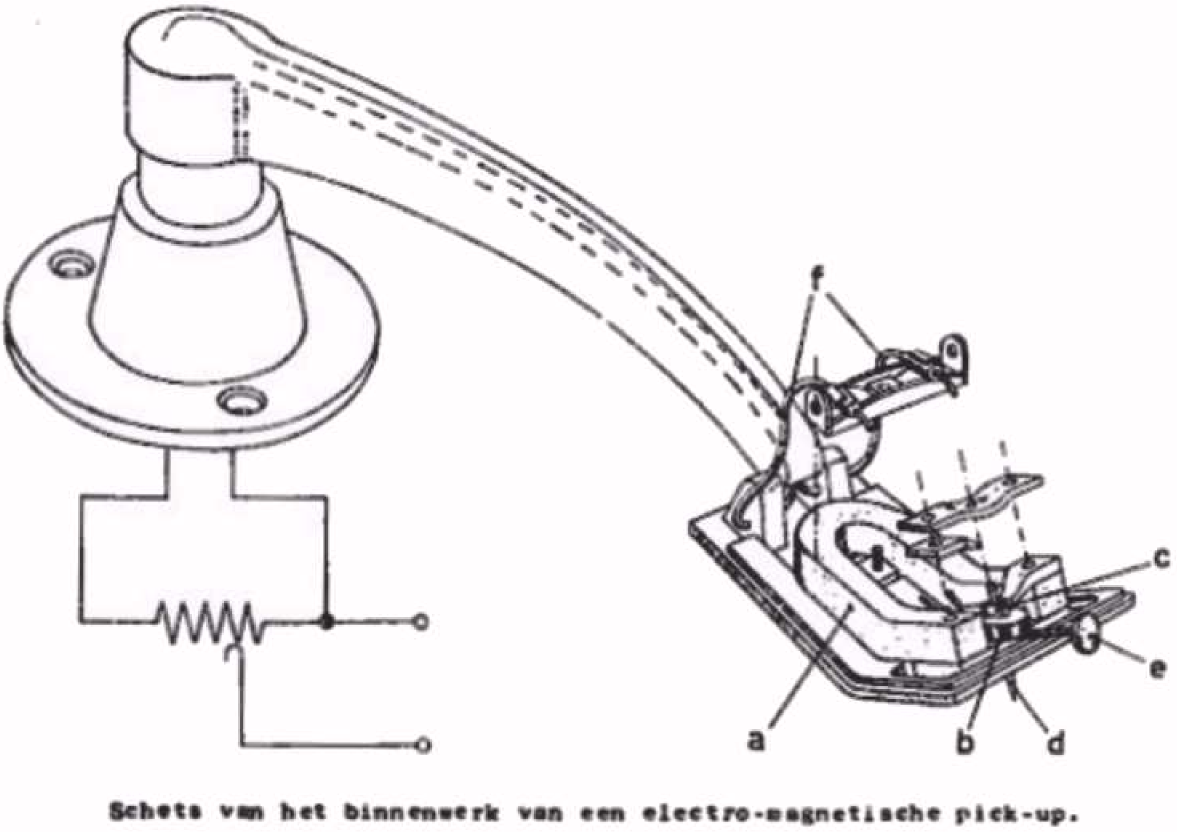
Principe van een electro-magnetische pick-up. Fig. 5



De veldrichting in het weekijzeren anker van de electro-magnetische pick-up voor twee verschillende bewegingsrichtingen.

Fig. 6

In stand b daarentegen loopt de flux juist andersom. Door deze wisselende magnetische flux wordt een wisselspanning in het spoeltje geïnduceerd, die naar de ingang van de L.F. versterker wordt gevoerd. (zie les 6).



Schets van het binnenwerk van een electro-magnetische pick-up.

a — permanente magneet.

b — spoeltje om het anker.

c — anker.

d — naald.

e — schroefpen ter bevestiging van de naald.

f — verbindingssnoertjes van het spoeltje.

Fig. 7

In fig. 7 is ter illustratie een tekening van het binnenwerk van een electro-magnetische pick-up afgebeeld.

De gemiddelde spanning die in het spoeltje wordt opgewekt, is bij de meeste electro-magnetische pick-ups ca. 0,1 V.

Het nadeel van dit type pick-up is dat de opgewekte spanning afhankelijk is van de frequentie. Verder is het gewicht waarmee deze pick-up op de plaat drukt, meestal vrij zwaar. Gewoonlijk tracht men deze druk door middel van contra-gewichten aanmerkelijk te verkleinen, maar hiermee kan niet te ver worden gegaan. De verhouding van het eigen gewicht van de pick-up tot de naalddruk mag nl. niet te groot worden.

b. *De electro-dynamische pick-up*

De electro-dynamische pick-up bestaat in principe uit een klein permanent magneetsysteem met een cirkelvormige nauwe luchtspleet, dat veel overeenkomst vertoont met het magneetsysteem van de permanente electro-dynamische luidspreker (zie les 9). In de luchtspleet van dit magneetsysteem is een klein cirkelvormig spoeltje aangebracht van dezelfde vorm als het spreekspoeltje van de electro-dynamische luidspreker. Aan dit spoeltje is op de een of andere wijze een saffierpunt als naald bevestigd. Bij het afspelen van de gramofoonplaat worden de uitwijkingen van de naaldpunt overgebracht op het spoeltje, waardoor daarin met de uitwijkingen overeenkomende wisselspanningen worden opgewekt.

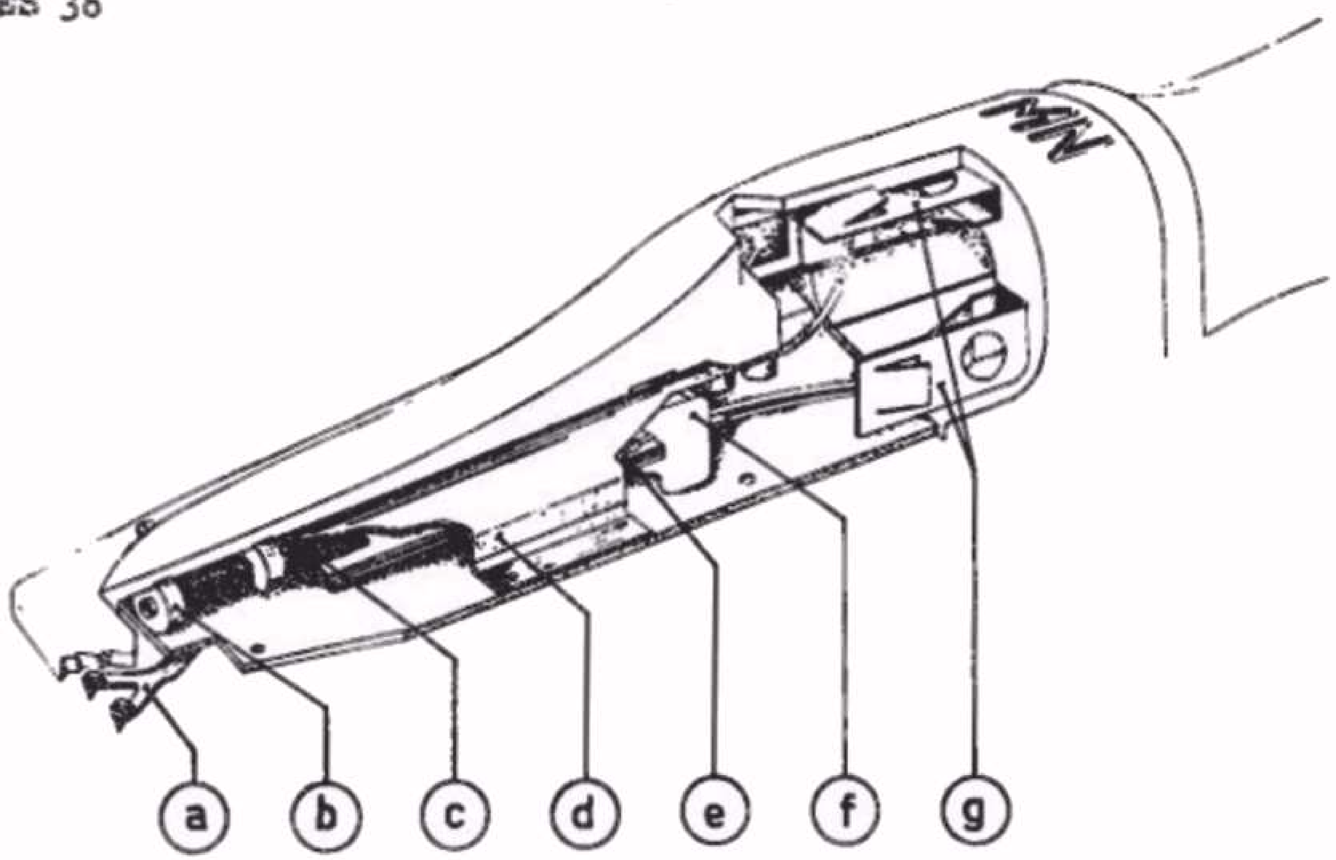
De electro-dynamische pick-up wordt niet veel gebruikt (o.a. nog in de omroepstudio) zodat we niet verder op de constructie zullen ingaan.

c. *De kristal pick-up*

De kristal pick-up berust op hetzelfde principe als de kristal microfoon (zie les 9 paragraaf 48). Zoals daarin reeds werd vermeld, ontstaat bij een druk, verbuiging of torsie van bepaalde kristallen (o.a. van Seignette-zout) een potentiaalverschil tussen de plaatjes van het kristal. Dit potentiaalverschil is o.a. evenredig met de druk of de tordering van het kristal.

In fig. 8 is een afbeelding van het binnenwerk van een Philips kristal pick-up gegeven.
Tot voor kort werden hoofdzakelijk stalen gramofoonnaalden gebruikt die na het afspelen van een of meer zijden moesten worden vernieuwd en in verschillende graden van hardheid en vorm in de handel zijn. Tegenwoordig gebruikt men hoe langer hoe meer een stukje saffier als naaldpunt. De saffierpunt kan een zeer lange levensduur hebben en veroorzaakt veel minder slijtage van de plaat. (De naalddruk bij de Philips platenspeler en -wisselaar is ca. 12,5 gram).

Bij de Philips Kristal Pick-up heeft men twee uitvoeringen:
1. Met een saffierpunt die voor beide soorten groeven geschikt is.
2. Met twee saffierpunten, waarvan één punt dient voor platen met de oude standaardgroef en de andere punt wordt gebruikt met de nieuwe microgroef-platen.



Schets van het binnenwerk van een Philips kristal pick-up.

a — dubbele saffierpunt voor micro-groefplaten en oude standaardplaten.

b — verende bevestiging van de saffierpunten.

c — elastisch koppelelement van de saffierpunten met het kristalelement.

d — scherm ter voorkoming van brom.

e — kristalelement.

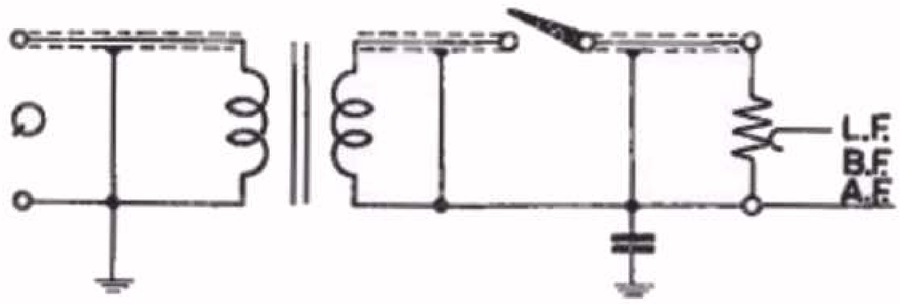
f — bevestigingsblokje van het kristalelement.

g — verzilverde contactveertjes.

Fig. 8

Aansluiting van de pick-up op het ontvangtoestel

De meeste ontvangtoestellen zijn voorzien van een stel bussen, waarop een pick-up kan worden aangesloten. In het algemeen komt de schakeling overeen met die welke in les 23 is behandeld. Dit geldt echter uitsluitend voor ontvangtoestellen voor wisselstroomvoeding. Bij ontvangtoestellen voor gelijkstroom-wisselstroom-voeding dient tussen de pick-up en de aansluitingen daarvan op het ontvangtoestel een transformator geschakeld te worden (zie fig. 9).



Schema voor aansluiting van een pick-up op een ontvangtoestel voor gelijkstroom-wisselstroom-voeding.

Fig. 9

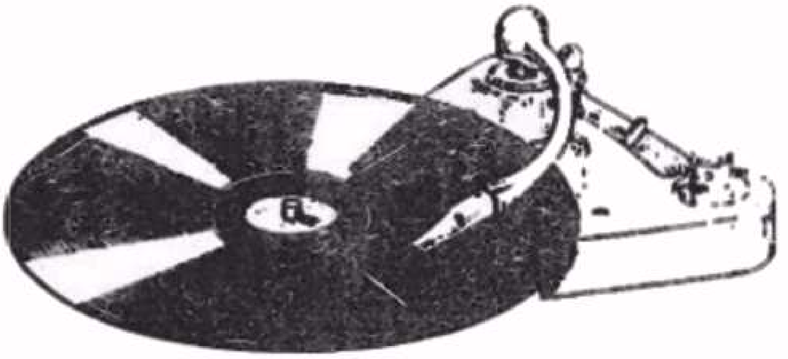
Zou men namelijk de pick-up zonder meer aansluiten op de gramofoon-opnemerbussen, dan kan de pick-up met arm netspanning voeren ten opzichte van aarde. Dit is uiteraard levensgevaarlijk en mag derhalve onder geen enkele voorwaarde zo worden uitgevoerd. Vandaar het gebruik van een tussentransformator.

Voor de verbinding tussen de pick-up en de L.F. versterker resp. L.F. versterk-gedeelte van het ontvangtoestel dient men afgeschermd

snoer te gebruiken, waarvan de mantel met het chassis (aarde) moet worden verbonden. Vooral bij gebruik van een volume-regelaar met hoge weerstand moet de pick-up leiding zorgvuldig worden afgeschermd en geaard. Anders krijgt men onherroepelijk hinder van brom.

130. De electrische gramofoon

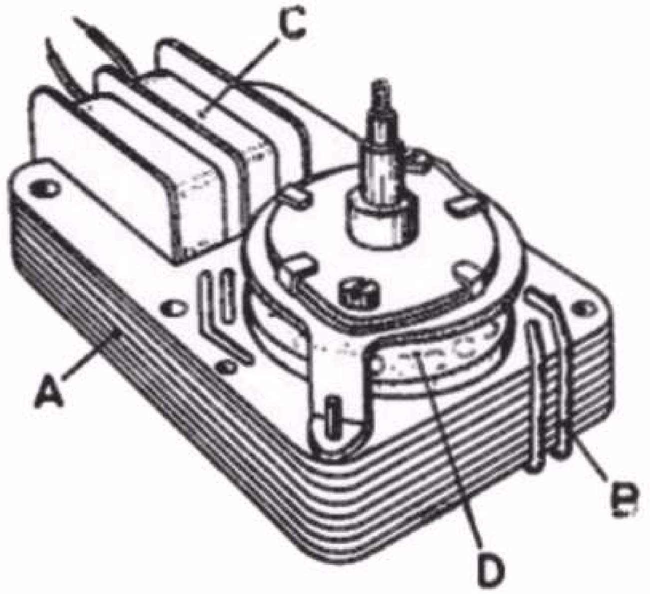
De electrische gramofoon, ook wel genoemd platenspeler, bestaat hoofdzakelijk uit een electro-motor, die de platenschijf aandrijft, en een pick-up.
Fig. 10 geeft een tekening van een dergelijke platenspeler weer.



Schets van een Philips platenspeler.

Fig. 10

De motor is veelal een zogenaamde twee-polige asynchroon inductie-motor (zie fig. 11). Deze bestaat uit een gelamelleerde stator (A) waarbij in de beide poolschoenen twee dikke kortgesloten roodkoperen windingen (B) zijn aangebracht. Tussen de poolschoenen bevindt zich een zogenaamde kortsluit-rotor. In de kort-gesloten dikke koperen windingen (B) worden door het wisselende veld tussen de pool-schoenen sterke inductiestromen opgewekt, die een bepaalde fazever-schuiving hebben ten opzichte van de wisselstroom door de bekrach-



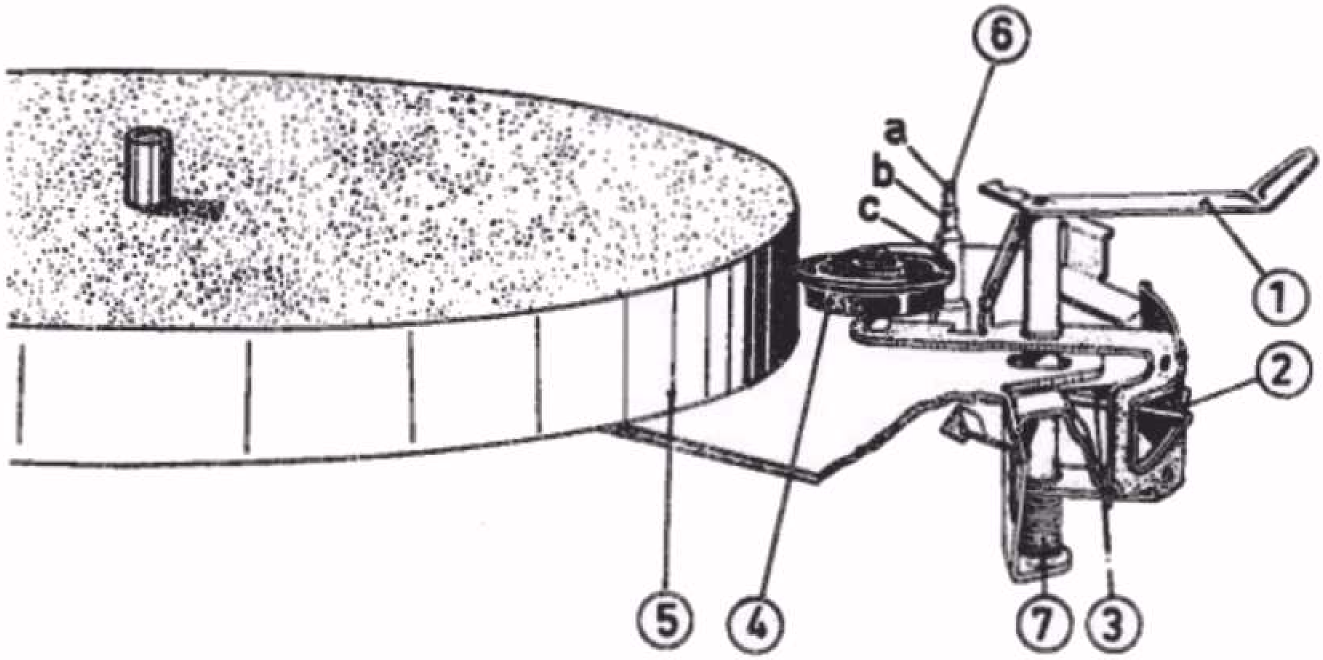
Schets van een twee-polige asynchrone gramofoonmotor uit de Philips platenspeler.

A — gelamelleerde stator.
B — roodkoperen kortsluit-windingen.
C — bekrachtigingsspoelen van de stator.
D — kortsluit-rotor.

Fig. 11

tigingsspoelen (C) van het hoofdveld. Het door deze kortsluit-stromen opgewekte magnetische veld heeft een bepaalde fazeverschuiving ten opzichte van het hoofdveld. Hierdoor wordt een resulterend magnetisch draaiveld opgewekt, waarvan de omwentelingssnelheid wordt bepaald door de net-frequentie. Op deze wijze wordt een zogenaamd

draaiveld verkregen. Door dit draaiveld worden in de koperen staven van de kortsluit-rotor (D) sterke inductiestromen opgewekt,,die op hun beurt weer een magnetisch veld opwekken. Door de invloed van dit veld en het draaiveld gaat de rotor draaien.



Schets van de snelheidsregelaar van de Philips platenspeler.

1 —bedieningshendel.

2 —beugel met conische uitsparing.

3 —schakelstaafje

4 —rubber aandrijfwieltje.

5 —platenschijf.

6 —poelie met drie verschillende diameters voor de verschillende snelheden.

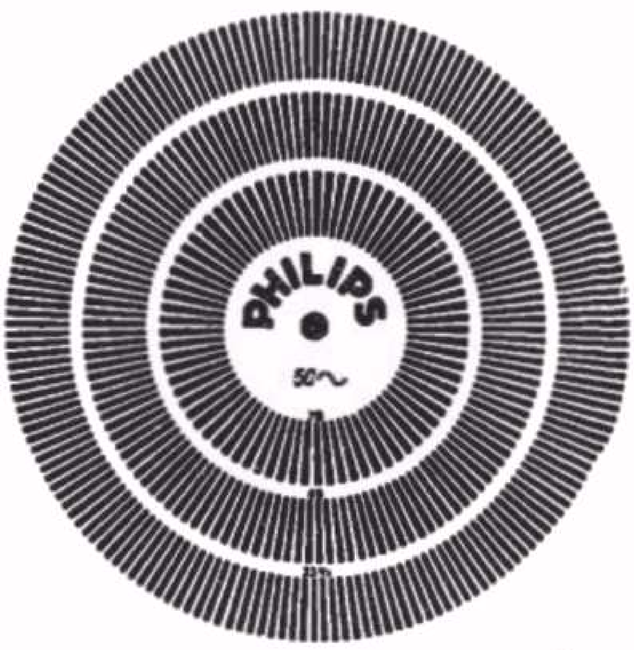
7 —veer.

Fig. 12

Het aandrijven van de platenschijf geschiedt door middel van een rubber tussenwieltje (zie fig. 12). De motoras is voorzien van een verlengstuk met drie verschillende diameters (a, b en c in fig. 12). Al naar gelang de rubber schijf tegen een dikker of dunner gedeelte van het verlengstuk aandrukt, zal de platenschijf met een grotere of kleinere snelheid lopen (78, 45 respectievelijk 33 1/3 omwentelingen per minuut). De omschakeling op een andere omwentelingssnelheid geschiedt bij de constructie van fig. 12 door middel van een beugel met speciale opening (2) waarover een staafje (3) glijdt. Uiteraard zijn voor deze snelheidsomschakeling diverse oplossingen mogelijk zodat wij hierop niet verder zullen ingaan.

De gramofoonplaat moet met dezelfde omwentelingsnelheid worden afgedraaid als waarmee zij is opgenomen.

In het algemeen is daarom het toerental van de gramofoon bijstelbaar. Bij dit instellen maakt men gebruik van een z.g. stroboscopische schijf zoals is voorgesteld in fig. 13. Deze bestaat uit een ronde kartonnen schijf waarop een drietal concentrische ringen met zwarte strepen zijn aangebracht.
Zulk een stroboscopische schijf kan alleen worden gebruikt bij wisselstroomnetten, d.w.z. dat men de ronddraaiende schijf moet verlichten met een gloeilamp, neonlamp of TL buis die uit het wisselstroomnet wordt gevoed. Het licht van deze lichtbronnen zal immers als gevolg van de toegevoerde wisselstroom min of meer flikkeren. Bij een frequentie van 50 Hz flikkert het licht in een frequentie van 100 Hz (dit kan men ook afleiden uit fig. 6 van les 12). Wegens de traagheid van het oog bemerkt men normaal van deze lichtflikkering niets.



Stroboscopische schijf voor de omwentelingssnelheden 78, 45 en 33 1/3 omwenteling per minuut.

Fig. 13

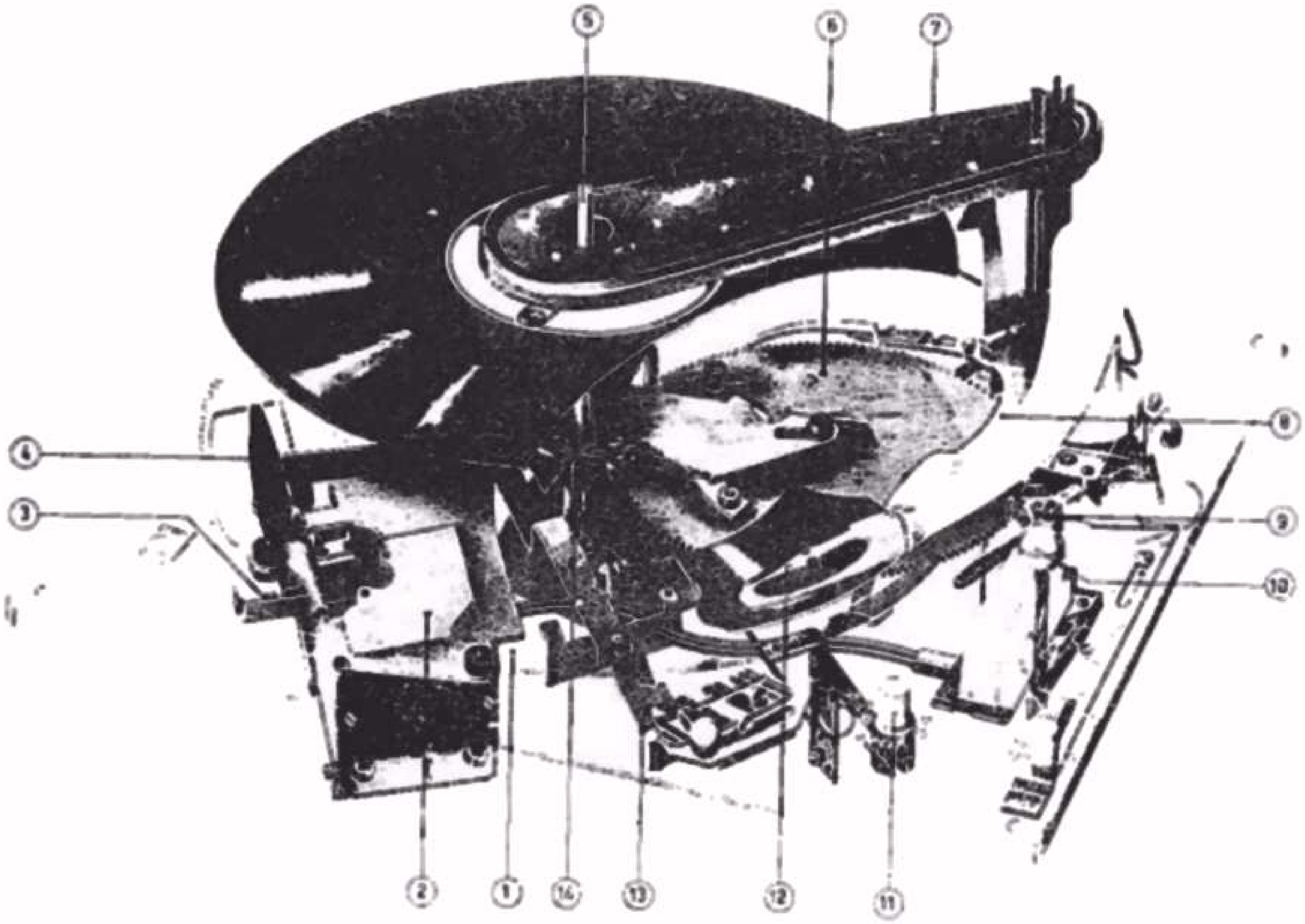
Passeert nu gedurende het "donkere" moment ($\frac{1}{100}$ seconde) een zwarte streep van de ronddraaiende stroboscopische schijf, dan zullen we van de beweging zo goed als niets zien en krijgt men de indruk dat de schijf stil staat. De afstand tussen twee opeen volgende zwarte strepen wordt dus bij een netfrequentie van 50 Hz afgelegd in $\frac{1}{100}$ seconde (bij een netfrequentie van 60 Hz wordt dit $\frac{1}{120}$ seconde). Voor een draaisnelheid van 78 omwentelingen per minuut en een netfrequentie van 50 Hz wordt de stroboscoop voorzien van 77 zwarte strepen. Een complete omwenteling wordt dan volbracht in $77 \times \frac{1}{100} = 0,77$ seconden en per minuut worden dan $\frac{60}{0,77}$ = ca. 78 omwentelingen gemaakt. Bij deze omwentelingssnelheid staat de schijf dus in het licht van de door de 50 Hz wisselstroom gevoede lichtbron schijnbaar stil. Loopt de schijf sneller, dan zullen de zwarte strepen schijnbaar in de draairichting meelopen, en wanneer de schijf langzamer loopt in tegengestelde richting terug lopen.

De schijf die in fig. 13 is afgebeeld, is geschikt voor de omwentelingssnelheden van 78, 45 en 33 1/3 omwenteling per minuut bij een netfrequentie van 50 Hz.

Platenwisselaar

Een speciale uitvoering van de platenspeler is de platenwisselaar. Hierbij worden een aantal platen opgestapeld op een zodanige wijze dat steeds een plaat op de platenschijf gelegd wordt zodra de voorgaande plaat is afgespeeld. Fig. 14 geeft een voorbeeld van een dergelijke platenwisselaar. Aangezien op dit gebied zeer

vele verschillende mechanische constructies zijn, heeft het geen zin hierop verder in te gaan. Fig. 14 dient dan ook alleen ter illustratie van een bepaalde constructie.



Schets van een Philips platenwisselaar:

1 – platenschijf
2 – gramofoonmotor
3 – poelie voor 3 verschillende omwentelingssnelheden
4 – aandrijfwieltje tussen poelie en platenschijf
5 – wisselpen
6 – commandoschijf voor de sturing van de horizontale en verticale beweging van de pick-up
7 – platendrukker
8 – stuurhaak, gekoppeld met de pick-up
9 – in- en uitschakelaar
10 – starthandel
11 – herhaalknop
12 – pick-up element
13 – snelheidsregelaar
14 – as met tandradoverbreging.

Fig. 14

SAMENVATTING

1. Bij een gramofoonplaat is de muziek in de vorm van een spiraalvormige groef,waarvan de loop varieert in het rhythme van de muziekfrequentie,vastgelegd.

2. De electrische gramofoonopnemer of pick-up dient om op gramofoonplaten vastgelegde spraak of muziek via een L.F. versterker en luidspreker weer te geven.

3. Men onderscheidt de pick-ups hoofdzakelijk in drie typen:
   a. De electro-magnetische pick-up.
   b. De electro-dynamische pick-up.
   c. De piëzo-electrische of kristal pick-up.

4. De moderne gramofoons zijn meestal geschikt voor drie omwentelingsnelheden: 78, 45 en 33 1/3 omwenteling per minuut.

5. De platenwisselaar biedt de mogelijkheid om meerdere (meestal tien) platen achter elkander te spelen.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. De ontvanger met het schema van fig. 1, les 29, werkt goed voor radioontvangst. Bij omschakeling voor grammofoon-weergave met aangesloten pick-up komt geen geluid uit de luidspreker. Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

2. Bij bovengenoemde ontvanger is uitsluitend bij grammofoon-weergave een hinderlijke bromtoon hoorbaar. Wat kan hiervan de oorzaak zijn?

3. In nevenstaande figuur is de schakeling van de weerstanden R op een eigenaardige manier getekend. Kunt U dit op een andere wijze tekenen, waaruit onmiddellijk de totale weerstand tussen de klemmen a-b volgt? R = 300Ω.

4. Een electrodynamische luidspreker met een weerstand van 10 Ω wordt via een uitgangstransformator met de eindbuis verbonden, waarvan de aanpassingsweerstand 4000Ω bedraagt. Hoe groot moet de transformatieverhouding van de uitgangstransformator zijn?

Als de eindbuis een vermogen van 4W aan de luidspreker levert (de verliezen in de uitgangstransformator kunnen worden verwaarloosd), hoe groot zal dan de stroom door de luidspreker zijn?.

131. Mechanische constructies in radiotoestellen

Met het voortschrijden van de ontvangtechniek zijn ook de mechanische constructies, die hierbij moesten worden toegepast, van steeds groter belang geworden. Eenvoud van bediening kan dikwijls slechts verkregen worden door een mechanisch grotere gecompliceerdheid.

De juiste werking van bepaalde electrische onderdelen, zoals de variabele condensator, is in zeer hoge mate afhankelijk van de mechanische precisie waarmede ze zijn uitgevoerd. De nauwkeurigheid van de afstemming en die van de schaalijking berusten o.a. op afwezigheid van spelingen in de onderdelen.

De mechanische opbouw van het chassis en van de onderdelen is van het grootste belang voor de stevigheid. Daardoor wordt ook tijdens transport vermeden, dat de electrische eigenschappen veranderen of dat er mechanische defecten optreden.

Van de in de service-praktijk voorkomende reparaties is een zeker percentage ook van mechanische aard. Het is daarom zeker nodig,aan deze mechanische problemen enige aandacht te besteden. Wij zullen daarom enige van de belangrijkste mechanische kwesties bij radio-apparaten, voor zover deze voor de service van belang zijn, behandelen.

a. Materiaal-eisen en toleranties

Alle gebruikte materialen moeten aan bepaalde eisen voldoen, al naar het doel waarvoor ze gebruikt worden. De constructeur kiest de materialen zodanig, dat de nodige sterkte ruimschoots wordt verkregen. In de fabrieken wordt daarom het materiaal voor de verwerking nauwkeurig op alle in aanmerking komende eigenschappen beproefd.

Om het aantal te fabriceren onderdelen te beperken, en daardoor ook de productie- en magazijnkosten zo laag mogelijk te houden, zijn vele mechanische onderdelen,zoals schroeven, moeren, plaatjes, assen, enz. genormaliseerd. Hierdoor wordt ondanks de grote verscheidenheid van ontvangertypen, bereikt, dat uitwisselbaarheid van onderdelen mogelijk is.

b. Levensduur

Bij de keuze van de mechanische constructies vormt de levensduur een belangrijke overweging. Om tot een juist compromis te komen tussen kostprijs en levensduur,is een bepaald inzicht in de practische levensduureisen nodig.

Om hiertoe te komen, dienen wij drie soorten levensduur te onderscheiden:

A. Duurzaamheid bij opslag

Hiertoe moet gerekend worden verwering van textielproducten, uitdroging van electrolytische condensatoren en smeermiddelen. Bij houten kasten moet bijzondere aandacht worden besteed aan

temperatuur en vochtigheid van de opslagruimte om schadelijke invloed te vermijden. Ook roestbescherming valt onder deze rubriek.

B. Electrische duurzaamheid

Hiertoe rekenen wij de slijtage van de kathoden van de radiobuizen tijdens het gebruik.

De levensduur van de overige electrische onderdelen is in normale bedrijfstoestand zo groot, dat ze hier buiten beschouwing kan blijven. Slijtage van deze onderdelen is over het algemeen van mechanische aard (een uitzondering is b.v. de electrolytische condensator).

C. Mechanische duurzaamheid

Dit is afhankelijk van het gebruik van het toestel,waardoor slijtage en vermoeidheidsverschijnselen worden veroorzaakt in contacten, veren, lagers en lagerpotten en staalkabels. Ook de slijtage van de koollaag van potentiometers valt hieronder.

Om deze oorzaken van mechanische slijtage te leren kennen en de constructie zodanig uit te voeren, dat het verbruik binnen bepaalde grenzen blijft, worden in het laboratorium regelmatig duurproeven uitgevoerd. Hierbij wordt b.v. als minimum eis gesteld, dat van bepaalde onderdelen 25.000 bewegingen moeten kunnen worden uitgevoerd, zonder dat de goede werking van het onderdeel hieronder lijdt.

Behalve de normale gebruikseisen worden in de praktijk aan de constructie nog veel zwaardere eisen gesteld tijdens het transport. Dit is dikwijls zo ruw, dat indien met het ontwerp en de constructie hierop niet gerekend wordt, het toestel defect of op zijn minst genomen electrisch en mechanisch ontregeld op de plaats van bestemming zou aankomen. Om na te gaan of het toestel tegen dit vervoer bestand zal zijn, wordt het voltooide ontwerp aan een valproef onderworpen, waarbij men het volledig verpakt op verschillende zijden van een bepaalde hoogte laat vallen. Verder worden verpakte apparaten na een bepaald, meestal ruw, transport onderzocht, of zij dit transport goed doorstaan hebben.

Om de nadelige invloed van de stoten tijdens het transport op te heffen, worden bij de verpakking buffers van opgerold golfkarton en golfkartonnen bufferplaten gebruikt. Zonodig worden bepaalde zware onderdelen op zijn plaats gehouden door middel van houten klossen of stalen beugels.

Bij het opnieuw verpakken en het verzenden van toestellen moeten daarom al deze verpakkingsmaatregelen weer worden toegepast. Hierbij behoort ook het vastdraaien van de bodemschroeven bij die chassis, die verend in de toestelkast zijn aangebracht.

De hevige stoot bij de val kan ook het scheuren van de luidsprekerconus (door de luchtdruk) en het losspringen van de schaalgeleiding tot gevolg hebben.

Voor de serviceman is het belangrijk te weten, dat een belangrijk percentage van alle toestelfouten op rekening van het transport moet worden gesteld.

c. *Dode gang*

Dit is een verschijnsel dat vooral heel hinderlijk kan zijn in het afstemmechanisme. Het komt hierin tot uiting, dat al naar de richting, waarin de afstemknop wordt gedraaid, het station op een andere plaats op de afstemschaal wordt gehoord. Een nauwkeurige afstemming wordt hierdoor ten zeerste bemoeilijkt; er is een gebied waarin beweging van de afstemknop geen verandering van de afstemming geeft ("dode gang"). Vooral bij afstemming op korte golf is dit effect buitengewoon storend. Men kan in hoofdzaak twee oorzaken onderscheiden:

1. Dode gang tussen afstemknop en condensator.
2. Dode gang tussen condensator en afstemschaal.

Het is natuurlijk ook mogelijk dat beide oorzaken gelijktijdig aanwezig zijn. Dode gang is nooit geheel te vermijden; hij kan echter wel tot een toelaatbaar minimum worden teruggebracht, door het kiezen van juiste constructies b.v. door veren, die spelingen opnemen, en door het vermijden van grote wrijving in de aandrijfmechanismen.

d. *Contacten*

De contacten van de schakelaars in radioapparaten eisen zeer veel aandacht, omdat het slecht functioneren hiervan de werking zeer ernstig stoort. Bij de constructie moet men er van uitgaan, dat

1. de overgangsweerstand gering en constant moet zijn;
2. het onderhoud practisch onmogelijk is;
3. de levensduur moet worden aangepast aan de toepassing.

Glijcontacten zijn over het algemeen zelfreinigend, doordat het vuil (stof, slijpsel) wordt weggeveegd. Het is gebleken, dat zilver een zeer goed materiaal is voor de combinatie van kwaliteit en levensduur. In de Philips apparaten zijn de contacten daarom zwaar verzilverd en in sommige gevallen van massief zilver.

e. *Smeermiddelen*

De toegepaste smeermiddelen moeten aangepast zijn aan het onderdeel waarvoor ze gebruikt worden. Als algemene regel bij radioapparaten geldt dat onderhoud niet mogelijk is.

Daarom wordt hierbij veel gebruik gemaakt van graphietolie of graphietvet, dat ook bij uitdroging goede smerende eigenschappen behoudt.

Men dient er altijd aan te denken, dat men door toepassing van verkeerde smeermiddelen een toestel grondig kan bederven. Dit geldt in het bijzonder bij gebruik van koekende resp. hard opdrogende oliesoorten. Geoliede plaatsen verzamelen gaarne stof en geven zodoende aanleiding tot korsten. Sommige oliën hebben ook een ongunstige invloed op isolatiematerialen.

Als algemene regel bij de smering geldt, dat een te veel zeer

schadelijk kan zijn en dat slechts voorzichtig en met mate moet worden gesmeerd. Voor contacten gebruike men in het algemeen speciale schakelaarolie.

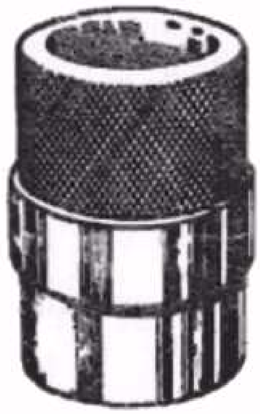
Wij zullen thans enige reparaties bespreken die hoofdzakelijk een mechanisch karakter hebben.

132. Luidsprekerreparaties

In de loop der jaren zijn tal van verschillende constructies van electrodynamische luidsprekers gemaakt. De verschillen schuilen vooral in de wijze van bevestiging en centrering van de luidspreker-conus. Na enige algemene richtlijnen gegeven te hebben, zullen wij van twee verschillende constructies de reparatievoorschriften geven.

Algemene richtlijnen

1. Zorg dat de reparatie op een stofvrije tafel met goed gereedschap wordt uitgevoerd.
2. Van de magneet mogen in geen geval de voor- en achterplaat getrokken worden, daar de magneet hierdoor verzwakt.
3. Voorkom braamvorming, daar anders de kans bestaat dat kleine metaaldeeltjes in de luchtspleet komen.
4. Tijdens het verwijderen van de oude lijm uit de beschermkap moet men de luchtspleet afdekken met een rond ijzeren plaatje b.v. een blikken dekseltje. Hierdoor wordt voorkomen dat vuil de luchtspleet binnendringt.
5. Zonodig wordt de luchtspleet opnieuw ingesteld met behulp van een magneetmal (zie fig.1). Hiertoe de moeren van de magneetbouten eerst iets losdraaien, de mal in de luchtspleet drukken en daarna de moeren weer vastdraaien.
6. Het verdient aanbeveling, voordat de conus in de luidspreker wordt aangebracht, de luchtspleet schoon te maken met behulp van een stevig stukje materiaal (latoenkoper of pertinax) omwikkeld met in alcohol of spiritus gedrenkte watten. Metaaldeeltjes worden met behulp van een stalen bladveertje uit de luchtspleet verwijderd.



Voorbeeld van een magneetmal.

Fig. 1

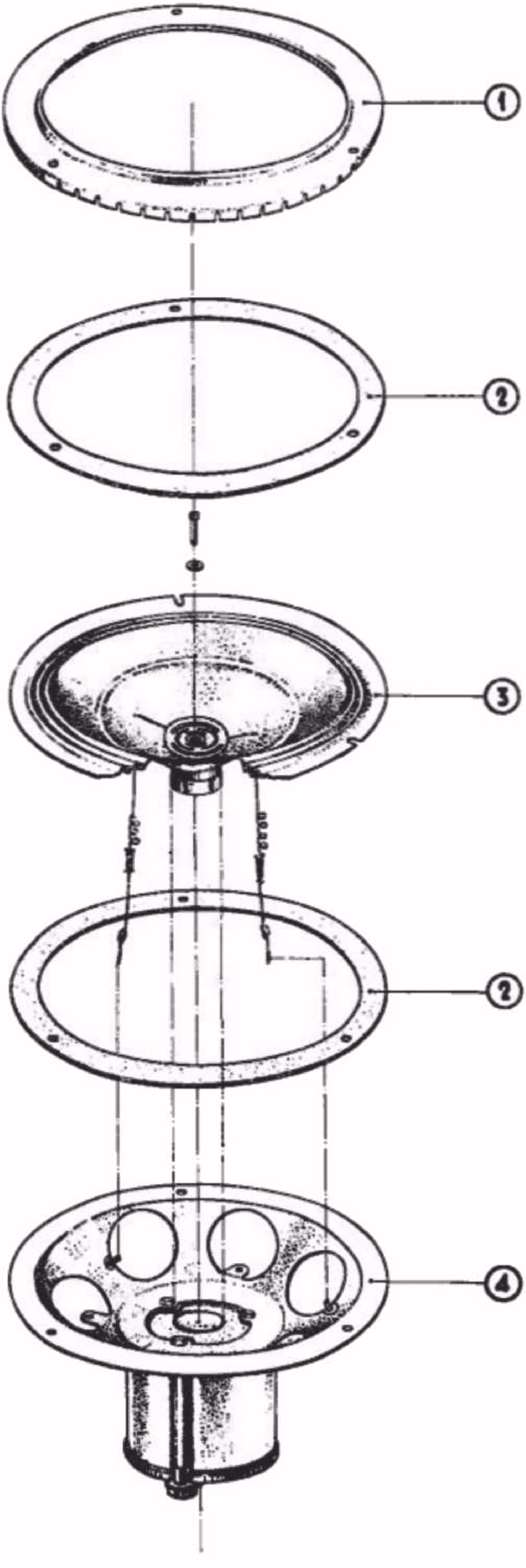
7. In sommige gevallen is de buitendiameter van de service-conus iets groter dan die van de defecte conus. In die gevallen moet men de buitendiameter van de service-conus op maat knippen.
8. Voordat de conus in de luidspreker wordt aangebracht, wikkele men eerst de snoertjes vlak bij de conus enkele malen stevig om een spijker, zodat een kleine spiraal ontstaat. Bij het aanbrengen van de conus in de beschermkap lette men erop, dat de snoertjes van de conus door die gaten in de beschermkap worden geleid, waar zich de klemlippen of aansluitlippen bevinden.

   Klem of soldeer de snoertjes altijd zo vast, dat deze vrij kunnen trillen.

9. Bij het monteren van de felsring lette men erop, dat de gaten in de felsring boven de gaten in de eronderliggende papierringen en beschermkap komen te liggen. Uitdrukkelijk moet erop gewezen worden dat het boren van bevestigingsgaten in de beschermkap te allen tijde achterwege gelaten moet worden.

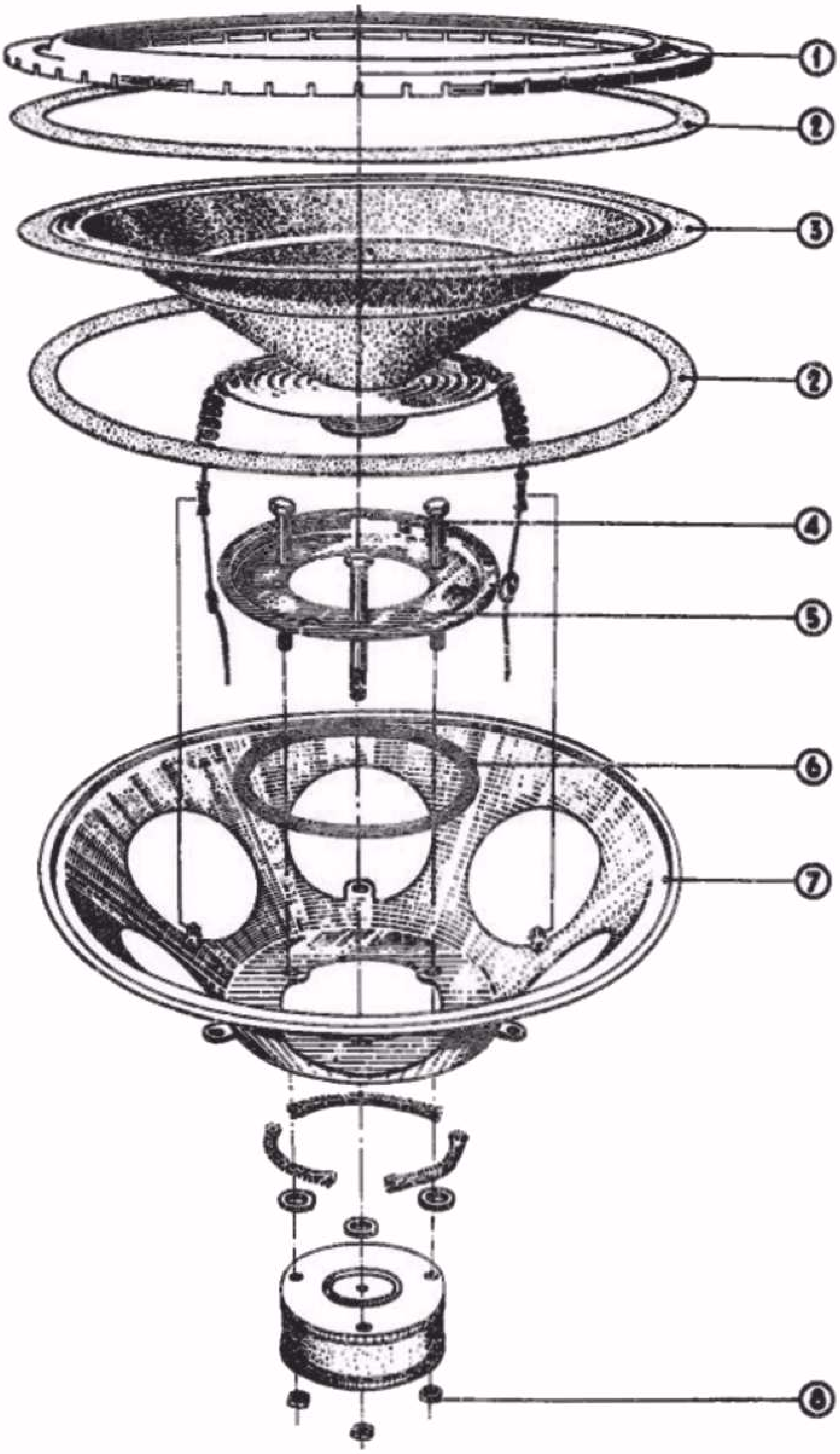
I. Reparatie van een luidspreker met binnencentrering (zie fig.2).

1. Verwijder de hoes en, indien aanwezig, de kegel.
2. Knip de bestaande felsring (1) door en verwijder deze en de defecte conus (3).
3. Maak de luchtspleet schoon.
4. Leg een van de twee papierringen (2) op de beschermkap (4).
5. Plaats de conus in de beschermkap en steek 4 voelertjes door de openingen van de centrering in de luchtspleet.
6. Schroef de centrering met het boutje vast.
7. Leg de tweede papierring op de conusrand.
8. Plaats de felsring op de beschermkap.
9. Buig 2 tegenoverelkaar liggende lippen



De verschillende onderdelen van een electrodynamische luidspreker met binnencentrering.
1. Metalen felsring.
2. Papieren ring.
3. Conus met spreekspoel.
4. Magneetsysteem met beschermkap.

Fig. 2



De verschillende onderdelen van een electrodynamische luidspreker met vaste centrering:

1. Metalen felering.
2. Papieren ring.
3. Conus met spreekspoel en centreerschijf.
4. Bevestigingsbouten.
5. Metalen centreerplaat.
6. Papieren ring.
7. Beschermkap.
8. Moeren.

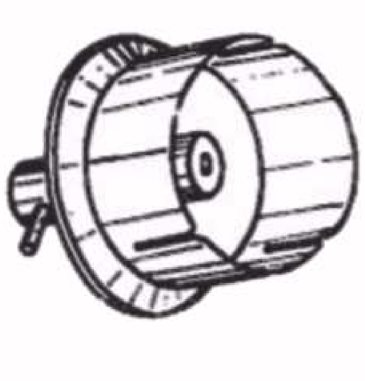
Fig. 3

van de felsring om. Buig hierna 2 lippen om, welke 90° verwijderd liggen van de zo juist omgebogen lippen. Werk op deze wijze verder tot alle lippen omgebogen zijn.

10. Verwijder de voelertjes. Monteer, indien aanwezig, de kegel.
11. Breng de hoes aan en soldeer de uiteinden van de snoertjes vast.

II. Reparatie van een luidspreker met geplakte centreerring(fig.3).

1. Verwijder de hoes en, indien aanwezig, de kegel.
2. Knip de aanwezige felsring (1) door en verwijder deze en de defecte conus (3).
3. Maak de luchtspleet schoon.
4. Plaats de voorgeschreven magneetmal in de luchtspleet.
5. Draai de 3 moeren (8) los en verwijder de bouten (4). Vijl de boutkoppen tot 2mm af om aanlopen van de centrering te voorkomen.
6. Leg een papierring (6) in de beschermkap (7).
7. Bevestig met de bouten de centreerplaat (5) in de beschermkap.
8. Breng een dikke laag conuslijm aan op de rand van de centreerplaat (5), waar de centreerring komt.
9. Leg een van de twee papierringen (2) op de beschermkap.
10. Verwijder de magneetmal.
11. Plaats de voorgeschreven conusmal (zie fig.4) in de conus en schuif deze zodanig in de luchtspleet, dat de linnen centreerschijf volkomen vlak op de centreerplaat komt te liggen. Druk nu voorzichtig de linnen centreerschijf van de conus op de centreerplaat, er op lettend, dat deze volkomen vlak komt te liggen en overal in aanraking is met de lijm. Na ca.2 minuten de linnen centreerschijf nog even aandrukken. Laat de lijm nu ca. 2 uur drogen.
12. Leg de tweede papierring op de conusrand en de felsring op de beschermkap.
13. Buig twee tegenover elkaar liggende lippen van de felsring om. Buig hierna twee lippen om, welke 90° verwijderd liggen van de zo juist omgebogen lippen. Werk op deze wijze verder tot alle lippen omgebogen zijn.
14. Verwijder de conusmal. Monteer, indien aanwezig, de kegel. Bij luidsprekers zonder kegel dient het schijfje in de conus te worden gelijmd.
15. Breng de hoes aan en soldeer de uiteinden van de snoertjes aan de soldeerlippen vast.



Voorbeeld van een conusmal.
Fig. 4

133. <u>Het repareren van de golfbereikschakelaar</u>

De werking van de golfbereikschakelaar hebben wij reeds uitvoerig in les 19 behandeld. Wij zullen ons hier bezig houden met het mechanische gedeelte, d.w.z. met het repareren van de schakelaar.

a. Het verwijderen en aanbrengen van een of meer segmenten in het te repareren apparaat.

De schakelaar, welke uit meerdere segmenten bestaat, is zo samengesteld, dat de segmenten een voor een verwijderd kunnen worden. Hiertoe moet men eerst de strippen, waarmee de segmenten vastgehouden worden, losschroeven. Vervolgens moet de veer, die tegen het einde van de as van de schakelaar drukt, verwijderd worden, waarna ook de as van de schakelaar uit de segmenten getrokken kan worden.

Het uittrekken van de as van de schakelaar moet voorzichtig gebeuren, trekkend in de richting van de arrêtering van de schakelaar af. De segmenten moeten hierbij zoveel mogelijk op hun plaatsen gehouden worden.

Moet men een of meer van de segmenten van de golfbereikschakelaar vervangen, dan moeten de draden zodanig worden losgesoldeerd dat de draden zo weinig mogelijk worden verbogen.

Het "oude" segment vervangt men vervolgens door het nieuwe, waarna de draden weer allen aan "dezelfde" lippen moeten worden gesoldeerd. (Men kan het beste de handelingen in de volgende volgorde verrichten:

Eerst de draden lossolderen; daarna de as uitnemen,het "oude" segment door een nieuw vervangen en moeilijk te bereiken contacten reeds vastsolderen. Tenslotte de as aanbrengen en de rest van de contacten vastsolderen.)

Bij de schakelaar met slechts 1 segment komt het voor, dat het segment niet vastgeschroefd, doch gefelsd is. Door de kleine afmetingen van de schakelaar en tevens omdat deze schakelaar zelden wordt gebruikt in het HF-gedeelte van een apparaat, is het niet zo bezwaarlijk deze schakelaar in haar geheel te verwijderen. Ook al zou de samenstelling van het segment een andere aansluitmogelijkheid bezitten, dan nog moeten de draden aan de overeenkomende lippen van het nieuwe segment worden gesoldeerd.

Dit is noodzakelijk om de volgende reden:

De "kruipweg" tussen spanningvoerende delen en platte as resp. frame moet overal minstens 4 mm bedragen. Tussen 2 naast elkaar gemonteerde contactveren is deze "kruipweg" niet aanwezig.

Daarom wordt er bij het ontwerpen van een schakelaar rekening mede gehouden dat de rangschikking van de contactveren op de stator en contactstukken op de rotor zodanig is, dat geen twee spanningvoerende veren resp. contactstukken naast elkaar geplaatst worden.

Zijn de defecte segmenten door nieuwe vervangen, dan kan de as van de schakelaar weer voorzichtig door de openingen in de rotoren van de segmenten gestoken worden, tot het einde van de as in de arrêtering van de schakelaar is gedrukt. Hierna kan de veer, die tegen het losse einde van de as drukt, worden aangebracht, gevolgd door de strippen van het frame.

De segmenten moeten, voordat men de strippen geheel vastschroeft, goed in de openingen van de strippen worden geplaatst.

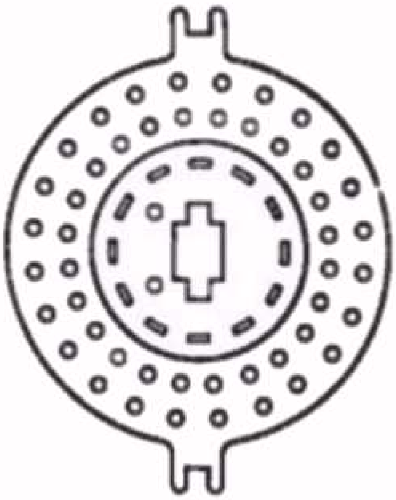
De segmenten moeten hierbij loodrecht op de as van de schakelaar staan. De zich soms tussen de segmenten bevindende afschermschotjes moeten ook stevig tussen de strippen worden geklemd; zonodig moeten de lipjes op de afschermschotjes iets uitgebogen worden.

b. Het samenstellen van het segment

Alleen het samenstellen van een schakelaar-segment aan de hand van het principeschema zal hier behandeld worden. Het samenstellen van een segment aan de hand van een defect schakelaar segment zal dan zeker geen moeilijkheden meer opleveren.

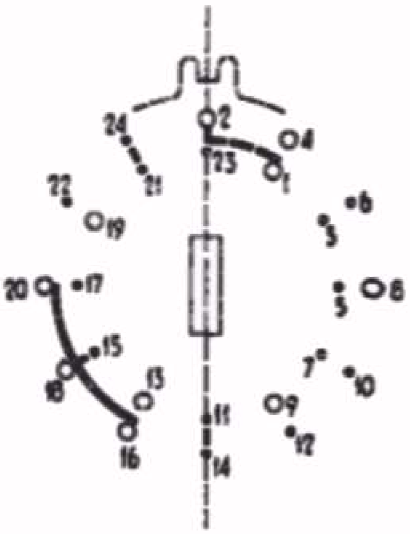
Hoe de verschillende onderdelen op het schakelaar segment bevestigd worden, laten de tekeningen (fig. 10 en 12) van de te gebruiken tangen zien.

Daar de cirkeltjes en stippen in het principe schema niet de bevestigingsplaats van contactlippen aangeven, maar de plaats waar de lippen contact maken, is het belangrijk eerst het bevestigingspunt van een van de lippen te vinden. Zoals in de tekening van het schakelaar segment (fig. 5) is getekend, zijn er 2 x 24 gaatjes in de sector van het segment. Figuur 6 laat zien hoe een segment in een principeschema is getekend. In deze tekening zijn maar 2 x 12 cirkeltjes of punten aangebracht. Dit zijn geen punten (of cirkeltjes) die overeenkomen met de cirkeltjes in figuur 5. De cirkeltjes in figuur 6 zijn de plaatsen waar de lippen de rotor raken. De punten geven de plaatsen aan, waar een lip de rotor zou raken; deze lippen zijn echter niet aangebracht. Dat de buitenste serie punten en cirkeltjes de contactpunten op de voorkant van het segment zijn en de binnenste serie punten en cirkeltjes de contactpunten op de achterkant van het segment zijn (dit in figuur 6, dus ook in het principeschema), wordt als volgt verklaard:



Segment van een golfbereikschakelaar.

Fig. 5



Principeschema van een schakelaarsegment.

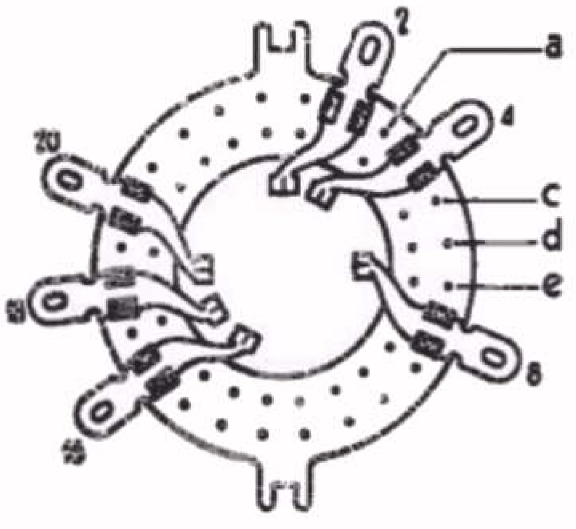
Fig. 6

Kijkt men door een cylindrisch gat, dan ziet men de voorzijde met de grootste diameter, de achterzijde met de kleinste diameter.

Bevestigen van de lippen op de voorkant van de stator

Moet, als getekend is in figuur 6, het contactpunt genummerd 2 liggen op de N.Z. lijn, dan moet de lip bevestigd worden als in figuur 7 is getekend.

Moet het contactpunt no.4 (in figuur 6) aangebracht worden, dan kan men de lip niet bevestigen in de gaatjes gemerkt met a, maar in de volgende serie (in figuur 7). De lip kan niet in de met a gemerkte gaatjes aangebracht worden, daar lip 2 en 4 elkaar dan zouden raken. Bij 1 plaats opschuiven in de tekening fig.6 (dus in het principeschema) wordt de lip 2 gaatjes verder op het segment aangebracht (zie fig. 7 lip 4). In fig. 6 is gegeven dat punt (6) niet en punt 8 wel wordt gebruikt. In figuur 7 wordt dus ook in de gaatjes c, d en e geen en in de volgende serie gaatjes wel een lip aangebracht. Op deze wijze voortgaande worden de lippen op de voorkant van het segment (dus de cirkeltjes in de buitenste kring) aangebracht. Contactpunt genummerd 16 in figuur 6 ligt 4 plaatsen verder dan contactpunt 8. Dus lip 16 moet in figuur 7 4 x 2 seriegaatjes verder bevestigd worden. Op deze wijze wordt de buitenste kring van de contactpunten in figuur 6 afgewerkt. *Nu zijn er dus alleen lippen aangebracht op de voorkant van het segment.*

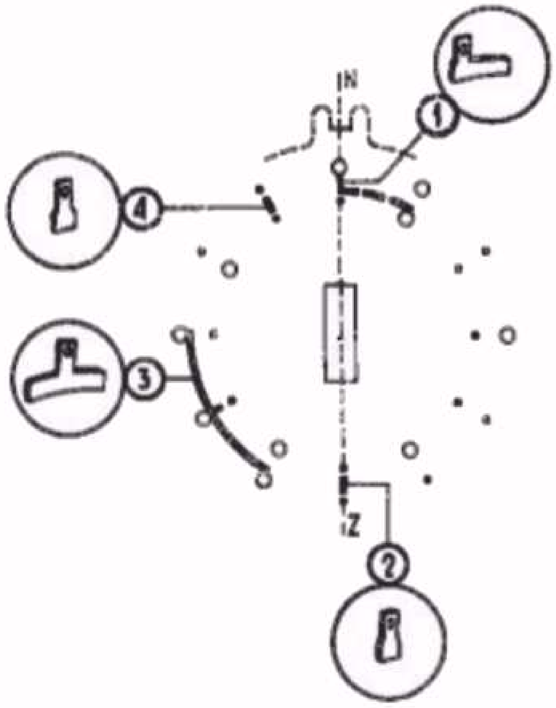


Stator met contactlippen.

Fig. 7

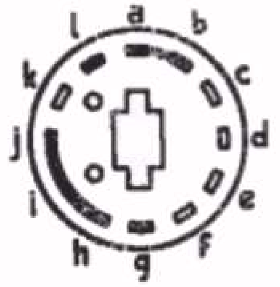
Aanbrengen van contactstukken en doorverbindingen op de rotor

Wij geven nu in fig.8 nogmaals het principeschema van het schakelaarsegment weer, tesamen met de contactstukken op de rotor. In figuur 8 is contactstuk 1 gestippeld, ligt dicht bij de binnenste kring van punten en cirkeltjes en verbindt dan twee punten door.



Schema van een schakelaarsegment m.d bijbehorende contactstukjes.

Fig. 8

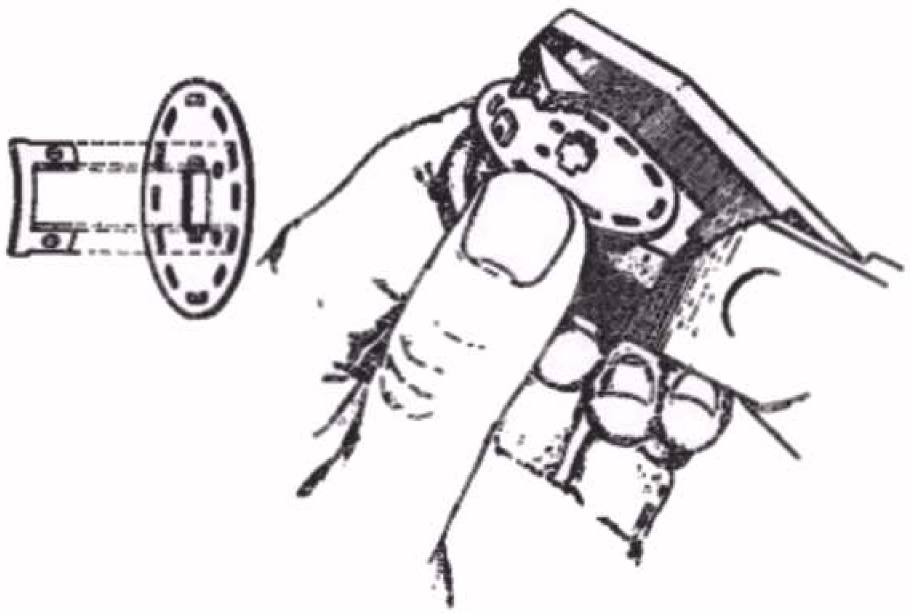


Rotor van het schakelaarsegment fig. 8.

Fig. 9

Dit contactstuk moet dus aangebracht worden in de rotor in gat a (fig.9) en aan de achterkant komt het verbindingsstuk, dat twee gaten in de rotor bedekt (de gaten a en b in (fig9). Voor het aanbrengen van de contact- en doorverbindingsstukken, moet de rotor even uit de stator gehaald worden. In opening g van de rotor wordt een doorverbindingsstukje aangebracht, dit is in figuur 8 aangegeven met nummer 2 (zie ook fig.10). In ope-

ning i moet een contactstuk worden geplaatst. Dat het doorverbindingsstuk in opening i moet komen, is duidelijk te zien in



Het aanbrengen van de contactstukjes in de rotor met behulp van de speciale tang.
Fig. 10

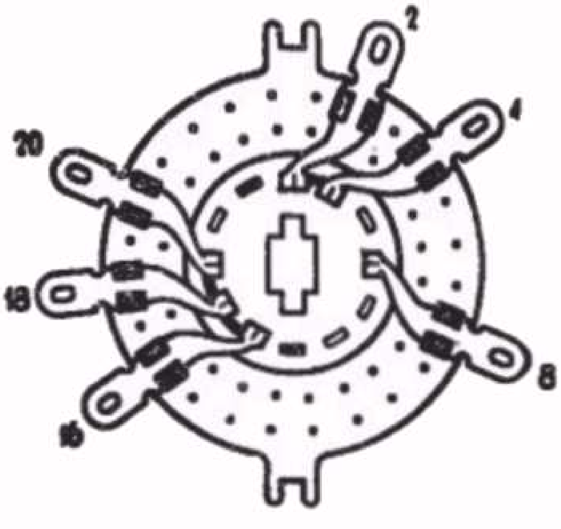
figuur 8 punt 3, waar het streepje van de buitenkring naar de binnenkring loopt.Het contantstuk moet de openingen in de rotor h en j ook bedekken en moet op de voorkant van de rotor aangebracht worden.Dit alles blijkt uit figuur 8. Doorverbindingsstuk 4 (fig.8) wordt geplaatst in opening 1 (figuur 9). De rotor is nu gereed.

Het aanbrengen van de rotor in de stator

De rotor moet nu in de stator geplaatst worden, in de stand als in fig.11 is getekend. Hierbij moet er speciaal op gelet worden, dat de rotor niet achterste voren in de stator wordt aangebracht. Dus even de getrokken en gestippelde contactstukken in fig.8 vergelijken met de contactstukken op de rotor; de getrokken lijnen zijn contactstukken op de voorkant.

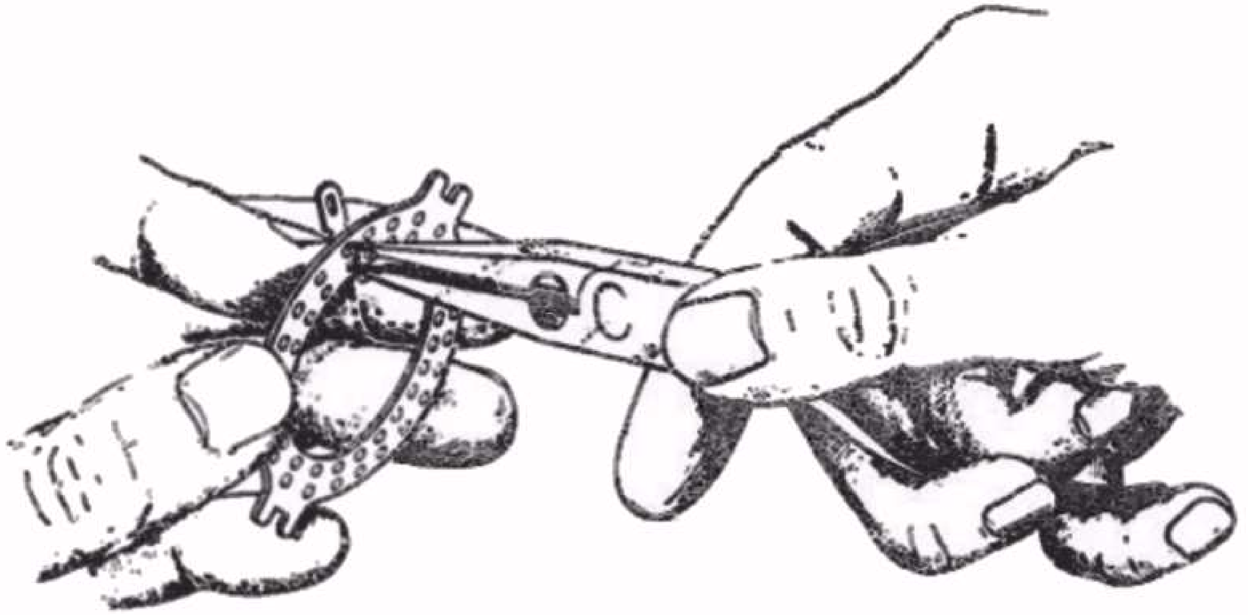
Het aanbrengen van de contactlippen op de achterkant van de stator

De lippen op de achterkant van de stator (dit zijn dus de cirkeltjes in de binnenste kring in het principeschema) moeten nu worden aangebracht. Volgens figuur 8 (die in fig.13a opnieuw is afgebeeld) moet het contactpunt 1 (op de binnenste kring) liggen tegenover contactpunt 4 (op de buitenste kring). De lip, die contactpunt 4 verzorgt, is



Stator van het schakelaarsegment.
Fig. 11

lip 4 in figuur 13b. Tegenover het einde van lip 4 moet dus het einde van de lip,op de achterkant van de stator komen. Brengt



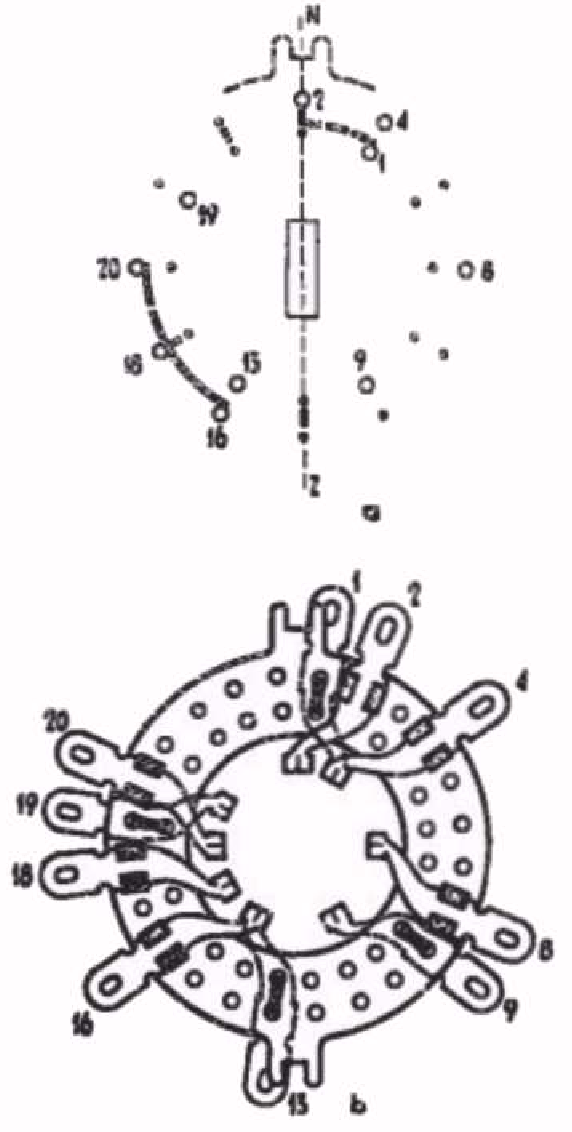
Het aanbrengen van de contactlippen in de stator met behulp van de speciale tang.
Fig. 12.

men een lip op de achterkant van de stator aan, zodat het contactpunt op de goede plaats ligt, dan komt de lip in de positie als getekend in figuur 13b, lip 1.
De plaatsen van de andere lippen op de achterkant kan men nu op eenvoudige wijze bepalen.In figuur 13a is getekend,dat er na contactpunt 1, weer een contactpunt komt 4 posities verder (er zijn 3 stippen voor het volgende cirkeltje komt). Iedere stip in figuur 13a zijn 2 serie gaatjes in figuur 13b, dus lip 9 (voor contactpunt 9 in fig. 13a) krijgt de stand als in figuur 13b is getekend. Lip 13 (deze lip verzorgt contactpunt 13 in figuur 13a) komt 2 posities in figuur 13a, dus 4 serie gaatjes in figuur 13b, verder dan lip 9. Lip 19 wordt 3 posities in fig.13a of 6 serie gaatjes in figuur 13b verder op de stator bevestigd.

Attentie: In fig. 13b is voor de duidelijkheid van de figuur de rotor niet getekend. Bij het aanbrengen van de lippen op de achterkant van de stator, moet de rotor zich dus *wel* in de stator bevinden.

In het kort de voornaamste punten samengenomen, geeft een overzicht als volgt:

a. De juiste positie va~ een der



a. Principeschema van fig.6.
b. Volledige stator van het schakelaarsegment.
Fig. 13

lippen op de voorkant van het segment vaststellen. Deze positie moet zo zijn, dat het einde van de lip op de plaats komt, die aangegeven is in het principeschema. Vervolgens alle lippen op de voorkant van het segment aanbrengen. Dit zijn de cirkeltjes in de buitenste kring in het principeschema. Is een contactpunt 1 plaats verder geplaatst dan het vorige (in het principeschema) dan komt de lip 2x een serie gaatjes verder.

b. Alle contactstukken in de rotor aanbrengen, na eerst de juiste positie van een contactstuk bepaald te hebben. Dit positie bepalen van het eerste contactstuk wordt gedaan, terwijl de rotor in de stator is geplaatst. De volgende contactstukken moeten worden aangebracht, als in het principeschema is aangegeven (in de rotor zijn n.l. 12 openingen voor bevestiging van contactstukken aangebracht; deze openingen corresponderen met de punten in het principeschema).
Er moet op gelet worden, dat de contactstukken, die gestippeld zijn in het principeschema, op de achterkant van de rotor komen, terwijl de met getrokken lijnen getekende contactstukken op de voorkant van de rotor moeten komen.

c. De rotor in de stator plaatsen.

d. De lippen op de achterkant van de stator aanbrengen.
Dit wordt gedaan als beschreven is onder a(voor de lippen op de voorkant van de stator).

Als de samenstelling van een segment zo is, dat er op de voor- en achterkant van de stator, tussen 2 opeenvolgende lippen, een grotere afstand is dan 120°, dan moet een kram worden aangebracht. Dit is om de rotor goed vast te houden in de stator.

c. Controleren van een schakelaar na het vernieuwen van een of meer segmenten

Na het repareren van een schakelaar, zeker na het repareren van een golfbereikschakelaar, is het aan te bevelen de schakelaar goed te controleren. Dit kan op eenvoudige en snelle wijze als volgt worden gedaan:

Het apparaat wordt in bedrijf gesteld en daarna wordt gecontroleerd of het apparaat werkt op alle golfbereiken, of de aanwijzing van de stationswijzer nog juist is, of de gevoeligheid nog goed is, enz.

Tevens moet de schakelaar worden gecontroleerd of geen kraken optreedt, zowel bij het bedienen van de schakelaar als bij het aantikken van het frame van de schakelaar.

Hiervoor wordt het apparaat ingeschakeld zonder dat de antenne is aangesloten. Het apparaat wordt niet op een station afgestemd. Vervolgens wordt het frame van de schakelaar licht aangetikt met b.v. het handvat van een schroevedraaier (nooit aantikken met een metalen voorwerp).

Bij het optreden van kraken kan de oorzaak gemakkelijk worden vastgesteld door telkens een of ander onderdeel, hetzij afschermschotje of drukveer van de schakelaar, even vast te houden en na te gaan of het kraken nog optreedt. Het herstellen van de fout is dan eenvoudig.

Als kraken of slecht contact optreedt bij het normale gebruik van de schakelaar, moet men de contactlippen en contactstukken resp.op stator en rotor van het segment schoonmaken en invetten. Dit schoonmaken en invetten mag alleen worden gedaan met speciale schakelaarolie.

d. Schakelaars met rechte rotorcontacten

Voor deze schakelaar (schuifschakelaar) kunnen de gebogen rotorcontacten worden gebruikt. Deze moeten vóór het aanbrengen in de rotor voorzichtig worden rechtgebogen.

134. Het repareren van houten radiokasten

De houten radiokasten zijn zeer gevoelig voor beschadiging. Veel beschadigingen zijn vooral te wijten aan het transport. Bij de maatregelen die voor het repareren nodig zijn,onderscheiden we verschillende gevallen.

1. De laklaag is niet ernstig beschadigd, zodat de beschadiging kan worden weggeschuurd,zonder dat men enig risico loopt de laklaag geheel te verwijderen.

Men neme hiervoor een vlakke schuurkurk van 50 x 40 x 20 mm met het allerfijnste soort schuurpapier (waterproof). Schuur de beschadigde plaats zacht, onder toevoeging van zeepwater, totdat de beschadiging geheel verdwenen is. Wees vooral voorzichtig met het schuren, zodat dit niet te diep gaat. Maak de beschadigde plaats daarna met een flanellen lap goed schoon.Neem vervolgens wat polijstpasta op een zachte flanellen lap en wrijf de plaats met ronddraaiende bewegingen tot alle fijne krasjes van het schuurpapier zijn verdwenen. Schudt hierna wat witte polish op een zachte doek en wrijf dit stevig uit tot de kast blinkt. Tenslotte met een schone flanellen lap nawrijven.

2. De laklaag is niet ernstig beschadigd, maar de beschadiging is toch zo ernstig dat deze niet weggeschuurd kan worden, zonder dat de laklaag wordt verwijderd.

Als de gekleurde onderlaag nog ongeschonden is, gaat men als volgt te werk. Druppel wat blanke cellulose-lak in de beschadiging. Deze lak moet minstens een dag drogen, waarna de overtollige lak met een goede vlakke beitel wordt verwijderd. Zorg er voor, dat deze beitel zorgvuldig en met de grootste nauwkeurigheid is geslepen. Gebruik hem alleen voor het repareren van kasten en houdt hem in perfecte conditie.
Nu schuren we de kast met het allerfijnste soort schuurpapier (waterproof) en zeepwater, waarna de kast verder opgeknapt moet worden als onder 1. is vermeld.

Als de gekleurde onderlaag ook een beetje beschadigd is, moet de beschadiging met een passende kleur verf (een samenstelling van verfpoeder, politoer plus verdunning en alcohol) worden bijgeverfd. Probeer eerst op een stuk papier of de kleur juist is. Nadat de geverfde plaats droog is, moet daarin de heldere cellulose lak worden gedruppeld. De daarop volgende handelingen zijn dezelfde als hierboven is beschreven.

3. De laklaag is zwaar beschadigd, een gat in het fineer.

Verwijder eerst eventueel losse vernis met de beitel. Laat dan met een lauw warme soldeerbout schellak van de juiste kleur in het gat druppelen. Om een passende kleur te verkrijgen, zal het dikwijls nodig zijn verschillende kleuren schellak samen te smelten. Het spreekt vanzelf, dat dit mengsel zal moeten worden gemaakt voordat het gat wordt gevuld. Men dient er rekening mee te houden dat de schellak bij het indruppelen iets donkerder wordt. Bij het opvullen moet de schellak goed worden aangedrukt. Als de schellak hard geworden is, moet de overtollige lak met de beitel worden weggestoken. Vervolgens schuren met fijn schuurpapier en daarna met het allerfijnste schuurpapier met zeepwater.

Het spreekt wel haast vanzelf, dat houten kasten die alleen gebeitst zijn, niet op bovenbeschreven manier moeten worden behandeld. Hierbij kunnen eventuele gaten met de schellak in de passende kleuren worden opgevuld. Dit moet weer gebeuren met een lauw warme soldeerbout. Kleine beschadigingen kunnen verholpen worden door een samenstelling van cellulose lak en een mengsel van verfpoeder in de passende kleuren gebruiken. Voor de afwerking van de kast boent men de kast met bijenwas.

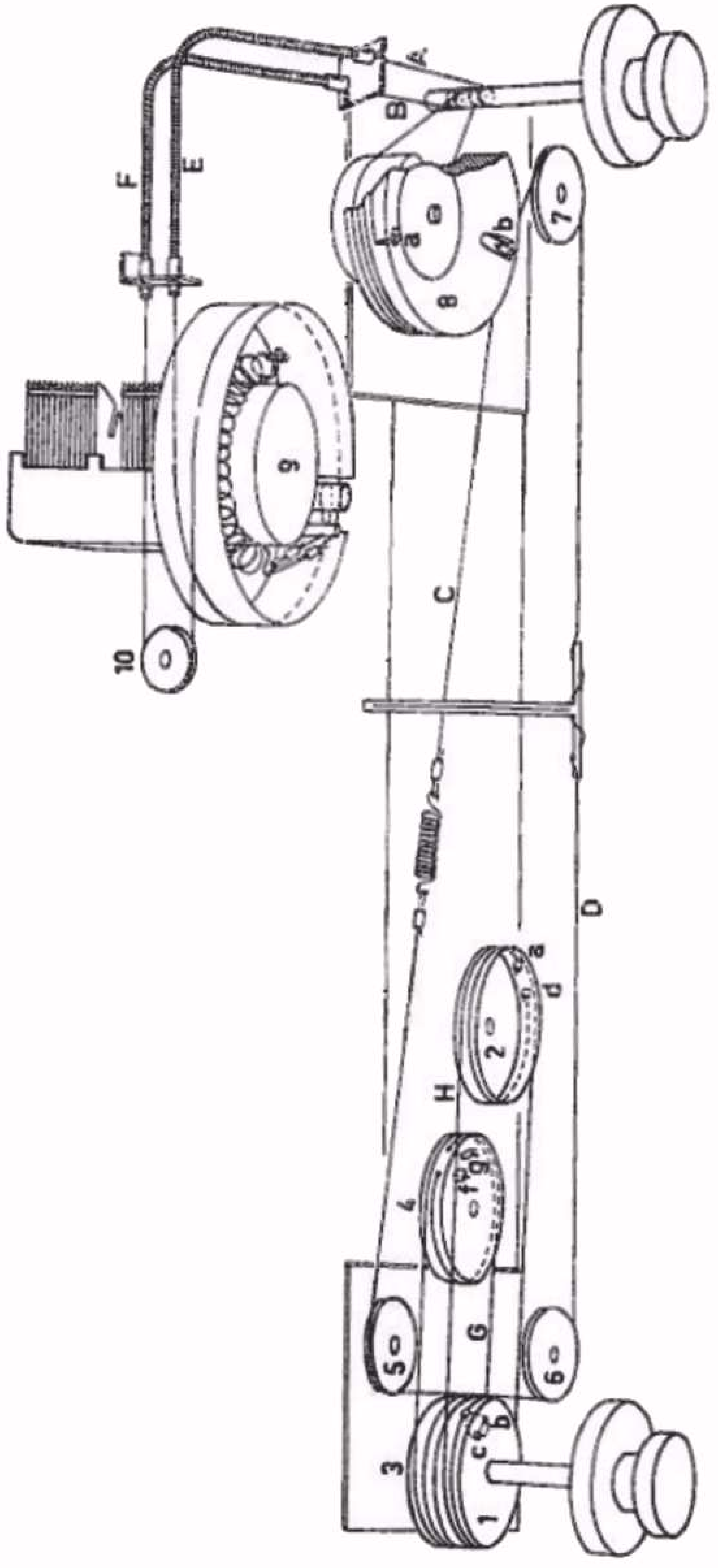
135. <u>Schaalaandrijving</u>

Hieronder verstaan we zowel de aandrijving van de afstemcondensator als die van de naald van de afstemschaal.
In de service-documentaties worden steeds uitvoerige wenken verstrekt over de loop van de aandrijfkabels en snaren. Wij willen op deze plaats dan ook volstaan met het vermelden van enige practische wenken.

a. Een van de veel voorkomende fouten is het slippen van de aandrijving ten gevolge van het glad worden van of te veel rek in het koord.
   In de meeste gevallen is inkorten van het koord de beste remedie.

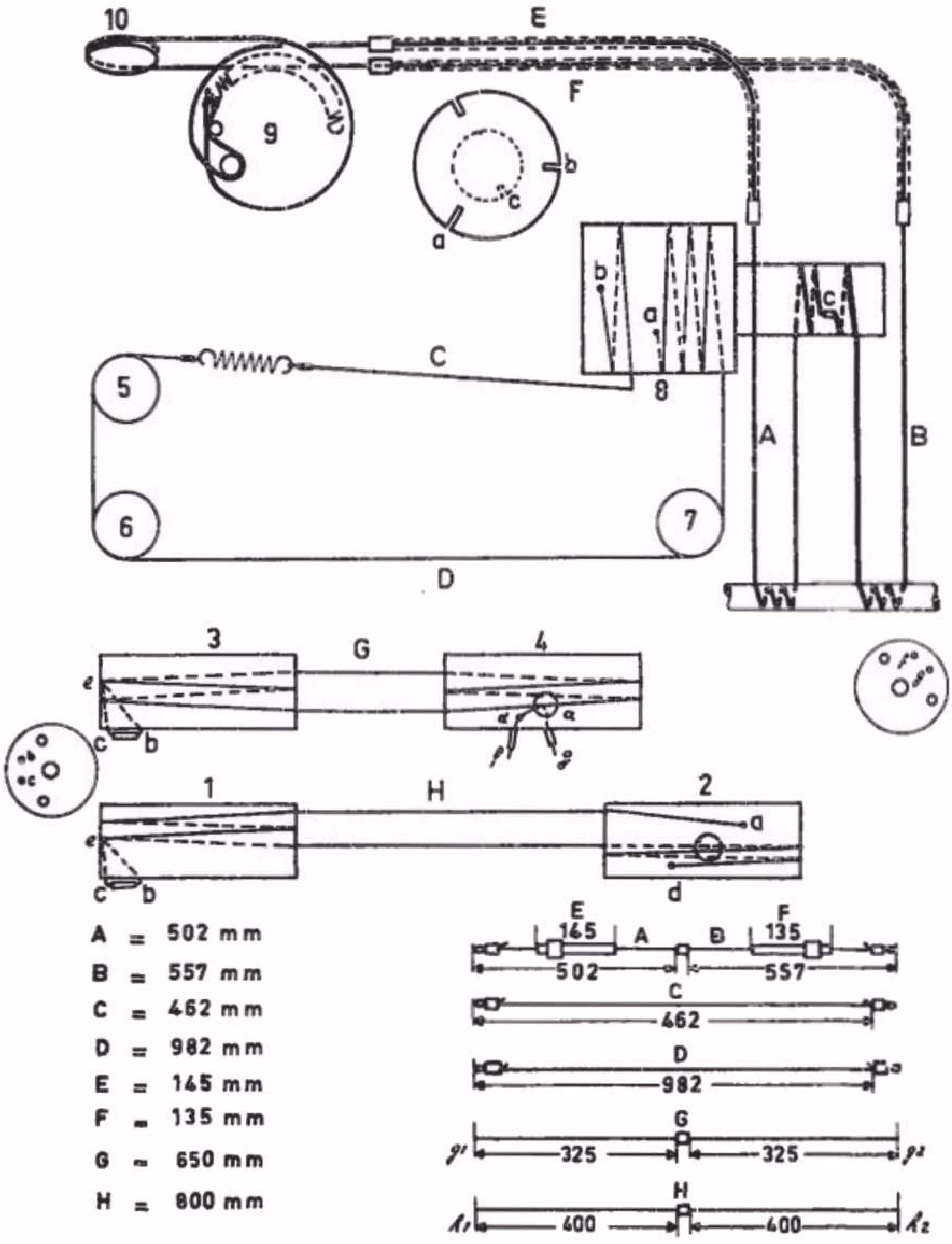
b. Voor de aandrijving van de condensator wordt tegenwoordig meestal gebruik gemaakt van een stalen binnenkabel, die in een stalen buitenkabel loopt. Bij breuk van de binnenkabel verdient het aanbeveling ook steeds de buitenkabel te vernieuwen, aangezien de breuk van de binnenkabel dikwijls te wijten is aan een ongerechtigheid in de betreffende buitenkabel. Verder verdient het aanbeveling altijd even te controleren of de gebroken kabel langs een onderdeel geschuurd heeft, dat de breuk heeft kunnen veroorzaken.
   Ook uit oogpunt van storend gekraak moet altijd voorkomen worden, dat de aandrijfkabel in aanraking komt met andere onderdelen. Een voorbeeld hoe een kleine nonchalance een ernstige storing te weeg kan brengen, is dat de aandrijfkabel juist even langs een van de verbindingsdraadjes van de luidspreker loopt. Hierdoor wordt op den duur de isolatie van de luidsprekerverbinding beschadigd en kan er sluiting ontstaan, merkbaar aan een storend gekraak of wegvallen van het geluid.

In fig.14 hebben wij nog ter illustratie een tekening gegeven van de volledige condensator-aandrijving van een ontvangtoestel; in fig.15 de tekening van de condensatoraandrijving, zoals deze in de documentatie wordt gepubliceerd.



Voorbeeld van een schaal- en condensatoraandrijving.

Fig. 14



Tekening van de schakel- en condensatoraandrijving van fig.14, zoals deze in de service-documentatie wordt gepubliceerd.

Fig. 15

SAMENVATTING

1. Een bepaald percentage van de reparaties in de Service-werkplaats zijn van mechanische aard.

2. Als algemene regel voor de smering van bewegende onderdelen geldt:
   te veel smering kan zeer schadelijk zijn; steeds smere men voorzichtig en met mate.

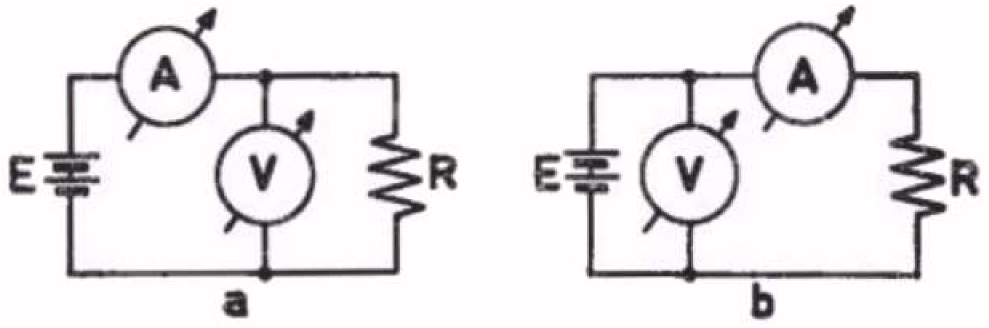
3. Behandeld zijn de reparaties van
   a. Electrodynamische luidsprekers.
   b. Golfbereikschakelaars.
   c. Houten kasten.
   d. Schaal- en condensator-aandrijving.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Voor een bepaalde regeling heeft men een potentiometer van 50.000 Ω nodig. Men heeft op dat moment alleen potentiometers van 0,45 MΩ in voorraad. Verder beschikt men over een complete reeks van vaste weerstanden.
   Kunt U aangeven op welke wijze dit probleem kan worden opgelost?

2. Voor de afvlakking in het voedingsgedeelte, waarvan een gelijkstroom van 90 mA betrokken wordt, is een smoorspoel van 4 Henry-100 mA nodig. Aangezien deze smoorspoel niet in voorraad was, werd er een gebruikt van 8 Henry-60 mA.
   Na de reparatie bleek het toestel op alle stations een hinderlijke bromtoon te hebben.
   Wat zal hiervan de oorzaak zijn en verklaar dit.

3. In onderstaande schakelingen worden dezelfde batterijen, weerstanden en meters gebruikt. De weerstand van de voltmeter V is 600Ω; de weerstand van de mA-meter A is 10Ω. De batterij heeft een EMK van 4,5 V en een inwendige weerstand van 5Ω. Gevraagd wordt de stromen en spanningen, die de meters in beide gevallen aanwijzen.



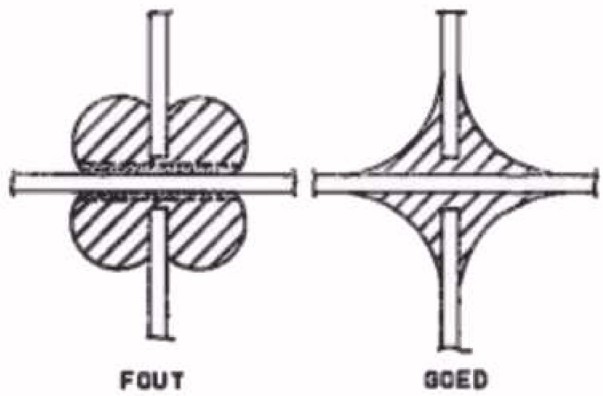
136. Resumerend overzicht van de storingsdeterminatie

In de voorgaande lessen hebben wij de principes, waarop de verschillende functies van de buizen berusten, behandeld. Vele storingsoorzaken zijn in de tekst en in de vorm van vraagstukken vermeld. Tevens hebben wij bij de behandeling van de signaltracer beschreven, op welke wijze met dit instrument op een logische manier een fout kan worden opgespoord.

Uit een en ander bleek, dat in een ontvangtoestel of versterker talloze mogelijkheden van storing schuilen. Volledige beschrijving van alle fouten, die kunnen optreden, heeft dan ook geen zin en zou zelfs voor een eenvoudige schakeling ondoenlijk zijn.
Immers tussen alle aansluitpunten van de onderdelen kunnen sluitingen en onderbrekingen voorkomen. In de practijk komen ze gelukkig slechts op weinig punten voor, *maar men moet met alle mogelijkheden rekening houden*. Een gulden regel voor de Service-man is, dat men niets als vaststaand moet aannemen, indien het er om gaat een fout op te sporen. Ter illustratie 2 voorbeelden:

a. Als een verbinding tussen 2 punten gevormd wordt door een stuk geïsoleerd draad, dan neemt men al gauw aan dat dit een geleidende verbinding zal zijn. Toch komt het voor, dat men zich hiermede vergist en bij onderzoek blijkt, dat de draad binnen de isolatie onderbroken is.

b. Het komt nog al te veel voor dat een ogenschijnlijk goed soldeercontact een slecht contact blijkt te zijn. Het contactpunt is dan weliswaar geheel omgeven door de soldeerdruppel, in de kern vande druppel blijken echter de verbindingen geen of slecht contact te hebben (zie fig. 1).



Voorbeeld van een slecht en een goed soldeercontact.

Fig. 1

Zoals wij vooral in les 28 hebben geschreven, is het voor het storingsonderzoek een eerste vereiste, dat men systematisch te werk gaat. Alleen dan zal men tot een efficiënt repareren van een apparaat komen. Vooral de beginner en de ongeoefende moet al metende (en fouten makende) zijn ervaring opdoen en door deze ervaring zal zijn snelheid van werken en zijn conclusies na het constateren van bepaalde verschijnselen beter worden.

Voor een storingsonderzoek dienen wij in de eerste plaats de symptomen resp. de aard van de fout vast te stellen. In de regel zal deze fout door de klant worden vermeld. Soms echter is deze opgave niet juist of onvolledig, zodat het altijd aanbeveling verdient

om, alvorens met het zoeken naar de mogelijke fouten te beginnen, zich eerst een duidelijk beeld van de bestaande afwijkingen te vormen.

Hierbij kunnen wij de verschijnselen gemakshalve in een beperkt aantal hoofdgroepen onderscheiden:

I Apparaat werkt niet
II Gevoeligheid resp. geluidssterkte te zwak.
III Werkt met onderbrekingen.
IV Selectiviteit onvoldoende.
V Krakende bijgeluiden.
VI Brom.
VII Vervorming van de weergave.

Er zijn ongetwijfeld nog andere fouten, die echter meestal als nevenverschijnselen van de groepen III, V, VI en VII beschouwd kunnen worden.

Andere fouten zoals bijv. 'afstemindicator werkt niet' laten wij buiten beschouwing, aangezien het localiseren van een dergelijke fout meestal vrij eenvoudig is. Het is mogelijk, dat de afstemindicator niet of slecht werkt bij een fout van groep II. In dat geval zal het euvel echter verholpen zijn, als de gevoeligheid van het toestel weer in orde is.
Wij zullen thans het localiseren van de fouten van bovenstaande groepen op systematische wijze volgen.

I. Apparaat werkt niet

*1. Apparaat aansluiten op de juiste voedingsspanning *)* (netspanning,accu of batterij) *en met de bijbehorende buizen op een buitenantenne beproeven.*

a. Werkt het apparaat niet goed, dan:
de buizen vervangen dooreen stel service-buizen en eventueel een andere luidspreker proberen (indien aanwezig, op de extra luid-

---

*) Ontvangtoestellen voor netvoeding sluite men bij voorkeur aan via het Universeel Meetapparaat GM4257. In dat geval meet men onmiddellijk de primair opgenomen stroom. Uit deze meting kan men reeds direct enige nuttige conclusies trekken:
Als er een sluiting of onderbreking in het voedingsgedeelte is, zal het stroomverbruik aanzienlijk hoger of lager dan de normale waarde zijn (deze waarde wordt in elke Service Documentatie vermeld). Deze voorlopige proef heeft vooral zin als de ontvanger niet werkt of de weergave te zwak is, aangezien in vele gevallen de oorzaak van de fout in het voedingsgedeelte of in een van de ontkoppelcondensatoren van de voedingsspanning schuilt.Bovendien heeft deze methode het voordeel, dat bij G/W-apparaten het chassis aan aarde kan worden gelegd.

sprekerbussen aansluiten).
De fouten in de buizen of de luidspreker zijn nu uitgeschakeld of gelocaliseerd.

b. Werkt het apparaat normaal, dan in bedrijf laten en in observatie houden.

2. Nagaan of gramofoonweergave mogelijk is.

Bij apparaten zonder gramofoonopnemerbussen kan de opnemer worden aangesloten aan de vaste klemmen van de volumeregelaar; bij gelijkstroom/wisselstroomapparaten echter in elke leiding een condensator van 0,1 µF opnemen.

a. Is gramofoonweergave mogelijk, dan moet de fout in het MF- of HF-gedeelte worden gezocht. In dat geval onderzoeke men dit gedeelte op systematische wijze met behulp van de signaltracer (zie les 28).
b. Is gramofoonweergave niet mogelijk, dan moet de fout in het LF-gedeelte of het voedingsgedeelte gezocht worden.

3. Geen gramofoonweergave

Spanning meten over de tweede electrolytische condensator van het afvlakfilter. (Bij batterij-apparaten de spanning meten achter de batterijschakelaar).

a. Als de spanning normaal is, is blijkbaar het voedingsgedeelte in orde. In dat geval het LF-gedeelte systematisch onderzoeken met behulp van de signaltracer.
b. Is er geen spanning over de electrolytische condensator of wijkt deze spanning aanzienlijk af van de waarde, die in de Service Documentatie wordt gepubliceerd, dan moet de fout in het voedingsgedeelte worden gezocht.
   Mogelijkheden zijn:
   Netsnoer
   Veiligheidscontact
   Netschakelaar
   Spanningscaroussel
   Nettransformator
   Slecht contact of onderbreking in de houder van de gelijkrichtbuis.
   Sluiting in een ontkoppelcondensator, die met de positieve spanning is verbonden, enz.
   Sluiting in een van de afvlakcondensatoren.
   Onderbreking van de afvlakweerstand.
   Defecte triller, in een toestel met accuvoeding.

II. Gevoeligheid resp. geluidssterkte zwak

1. Een stel Service-buizen in het ontvangtoestel plaatsen

Blijkt het toestel dan in orde, vaststellen welke buis defect is en uitwisselen. Indien niet in orde:

2. Andere luidspreker aansluiten

Indien de werking dan normaal is, moet de fout in de luidspreker (of de luidsprekertransformator) gezocht worden.
Als de fout blijft:

3. Het toestel op gramofoonweergave beproeven

Indien deze niet normaal is, moet de fout in het LF-gedeelte of voedingsgedeelte worden gezocht. In het voedingsgedeelte onderzoeken wij de fout met behulp van spanningsmetingen;in het LF-gedeelte gebruike men de signaltracer.Indien wel normaal:

4. HF- en MF-gedeelte met behulp van de signaltracer controleren

Indien de fout niet aan een defect onderdeel (b.v. MF-bandfilter) is te wijten, zal het ontvangtoestel hoogstwaarschijnlijk ontregeld zijn.

III. Werkt met onderbrekingen

1. Toestel in observatie houden.
2. Als de fout optreedt, te werk gaan volgens I.

IV. Selectiviteit onvoldoende

Toestel opnieuw trimmen volgens de aanwijzingen in de Service Documentatie. Meestal zal het trimmen van het MF-gedeelte voldoende zijn.

V. Krakende bijgeluiden

1. De buizen vervangen door een stel Service-buizen. Als de fout blijft:
2. Vanaf de antenne de verschillende trappen achtereenvolgens buiten werking stellen. Dit kan geschieden door uitnemen van de resp. buizen of (in een gelijkstroom/wisselstroomontvanger en universele ontvanger) door het achtereenvolgens kortsluiten van de roosterkringen. (Als de negatieve roosterspanning voor de eindbuis betrokken wordt van een weerstand in de minleiding, mag hiervan het rooster niet kortgesloten worden).
   Is de storing verdwenen, dan:
3. Het betreffende gedeelte van het ontvangtoestel op krakende contacten controleren.Dit kan men het beste doen door aantikken met het heft van een geïsoleerde schroevedraaier, waarbij men dus geen risico loopt om sluiting te veroorzaken.
4. Als de storing blijft bestaan, alle onderdelen die tot kraken aanleiding kunnen geven, controleren. De oorzaken kunnen vooral zijn:
   krakende volumeregelaars (koolbandje vetvrij houden),
   vuil en stofjes tussen de platen van de afstemcondensator (uitbranden op een hoge spanning; zie les 29, par. 90-3g),
   golfbereikschakelaar(contacten reinigen en smeren met de speciaal daarvoor bestemde schakelaarolie,
   contacten van de buishouders,
   soldeercontacten.

Hierbij verdient het wel aanbeveling zich ervan te vergewissen, dat de kraakstoring in het ontvangtoestel zelf wordt opgewekt. Het is n.l. ook mogelijk dat deze storing wordt veroorzaakt door een of ander electrisch apparaat buiten het ontvangtoestel (b.v. een schakelaar van het lichtnet, electromotor, electrische tram enz).Deze storingen zullen verdwijnen, zodra de antenne-aansluiting van het ontvangtoestel tegen chassis wordt kortgesloten.

VI.Brom

1. Voedingsgedeelte controleren; parallel aan de afvlakcondensatoren een goede electrolytische condensator aanbrengen. Indien de fout niet verdwijnt, dan:
2. De buizen vervangen door een stel Service-buizen. Verdwijnt de fout niet, dan:
3. Alle chassis (aard)-verbindingen controleren.

VII.Vervorming van de weergave

1. De buizen vervangen door een stel Service-buizen. Als de fout blijft optreden, dan:
2. Andere luidspreker aansluiten. Blijft de fout nog bestaan, dan:
3. De stromen en spanningen van het LF-gedeelte nameten.In vele gevallen kan de oorzaak schuilen in een koppelcondensator met een te kleine isolatieweerstand.

In de tabel op blz. 9 hebben wij de zojuist beschreven procedure nog eens op systematische wijze samengevat.

Als men de reparatie heeft uitgevoerd en het chassis weer in de kast is geplaatst, make men er een gewoonte van het apparaat aan een laatste controle te onderwerpen.Men lette daarbij op de volgende punten:

Lopen de knoppen vrij van de kast?
Zijn de knoppen goed bevestigd?
Staat de wijzer in de juiste stand, zodat de afstemming klopt?
Probeer nog even op alle golfbereiken de schakelaars en knoppen.
Poets altijd nog even de kast op, zodat de klant reeds terstond bij het ontvangen van het apparaat een aangename indruk krijgt.

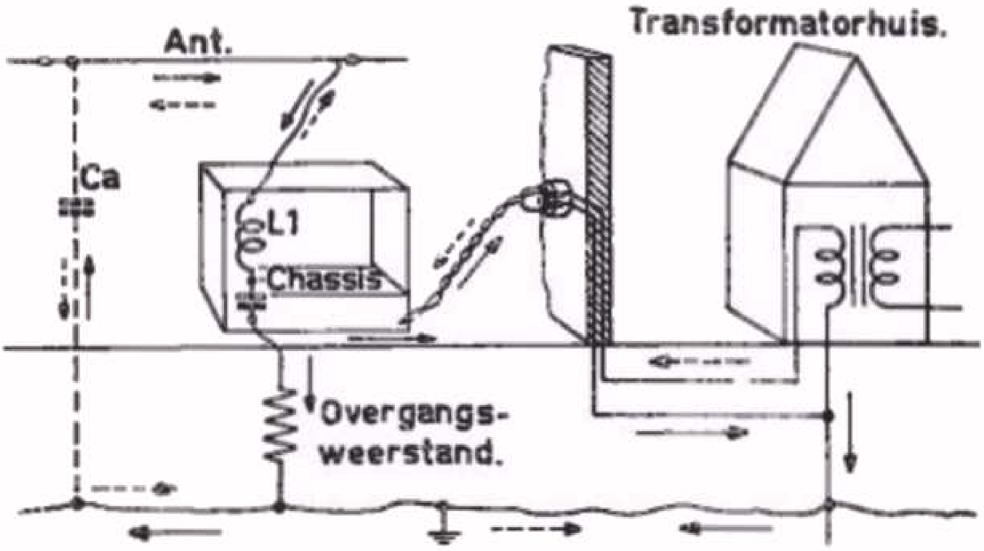
Practische wenken voor de uitvoering der reparaties en het uitwisselen van onderdelen.

De volgende punten moeten bij reparaties en het uitwisselen van onderdelen steeds in acht worden genomen:
1. Na de reparatie moet de bedrading en eventuele afscherming steeds in de oorspronkelijke toestand worden teruggebracht.
2. Veerringetjes, sluitringetjes en isolatiemateriaal moeten precies als voor de reparatie worden aangebracht.
3. Klinknagels en felsbusjes, waarmede een onderdeel was bevestigd, steeds door boutjes en moertjes vervangen.

4. In compound gedompelde condensatoren op minstens 1 cm van het compound solderen.
5. Weerstanden altijd zo vrij mogelijk ophangen (in verband met de warmte-ontwikkeling).
6. Het chassis nooit aan de spoelbussen optillen.
7. Nooit het bovenvlak van Philite-kasten als handvat gebruiken, doch het apparaat met beidehanden aan de onderzijde optillen.
8. Het apparaat nimmer op de knoppen laten steunen.

137. Netstoringen

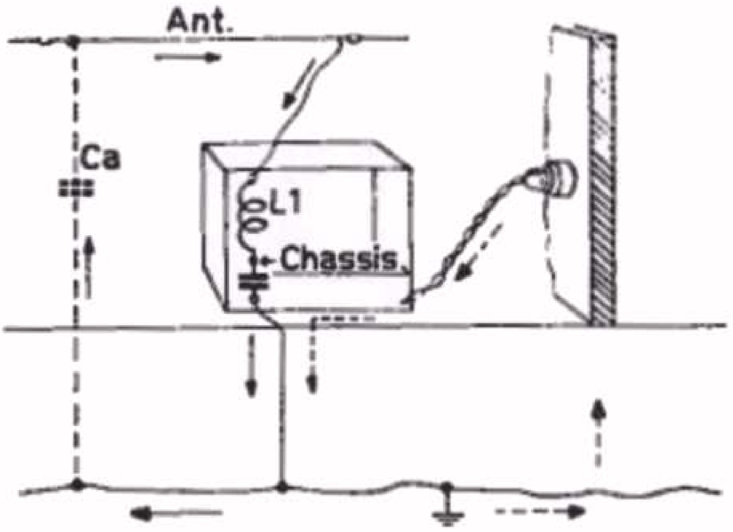
Onder deze verzamelnaam verstaat men alle soorten storingen, die op het electrische net ontstaan door schakelmanipulaties, waarbij vonkvorming optreedt. De vonkvorming wekt een electrische storing op, die via het net op het ontvangtoestel wordt overgedragen. Deze overdracht is het sterkst, indien het ontvangtoestel rechtstreeks met het net verbonden is, zoals b.v. in ontvangtoestellen voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding. In fig. 2 wordt getoond, op welke wijze de stoorspanningen van het net op het rooster van de eerste buis in het toestel kunnen terecht komen, als de aardleiding een bepaalde impedantie heeft. De kringloop van de storende stromen wordt aangegeven door gestippelde pijlen, de getrokken pijlen geven de kringloop van de stroom weer, die afkomstig is van de antenne.



Schematische voorstelling van de overdracht van storingen uit het net op het ontvangtoestel. De loop van de netstoringen is met gestippelde pijlen aangegeven, de stroom die afkomstig is van de antenne door getrokken pijlen.
Fig. 2

In fig. 3 is hetzelfde beeld getekend, echter voor het geval dat het ontvangtoestel van een goede aardleiding is voorzien. De storende stromen lopen nu door de aardverbinding en niet meer door de antennespoel L1, zodat de storing aanzienlijk minder zal zijn.
Het is daarom belangrijk om de impedantie van de aardleiding zo gering mogelijk te maken, ook voor de hoogste frequenties. Aarding aan de gasleiding of aan de centrale verwarming heeft bijna steeds slechte resultaten, omdat deze een te grote impedantie hebben, resp. onderweg naar het aardpunt storingen opvangen.
Bij apparaten met wisselstroomvoeding is de overdracht van storingen uit het net in het algemeen veel minder, doorde aanwezigheid

van de nettransformator. Toch verdient het ook bij deze ontvangtoestellen aanbeveling een goede aardleiding te gebruiken.
In vele gevallen kan de storing zo hevig zijn dat extra maatregelen moeten worden getroffen. Deze maatregelen kunnen bestaan uit het ontstoren van het betreffende storende apparaat, speciale storingsvrije antenne enz.



Schematische voorstelling van het stroomverloop van netstoringen bij gebruik van een ideale aardverbinding.
Fig. 3

SAMENVATTING.

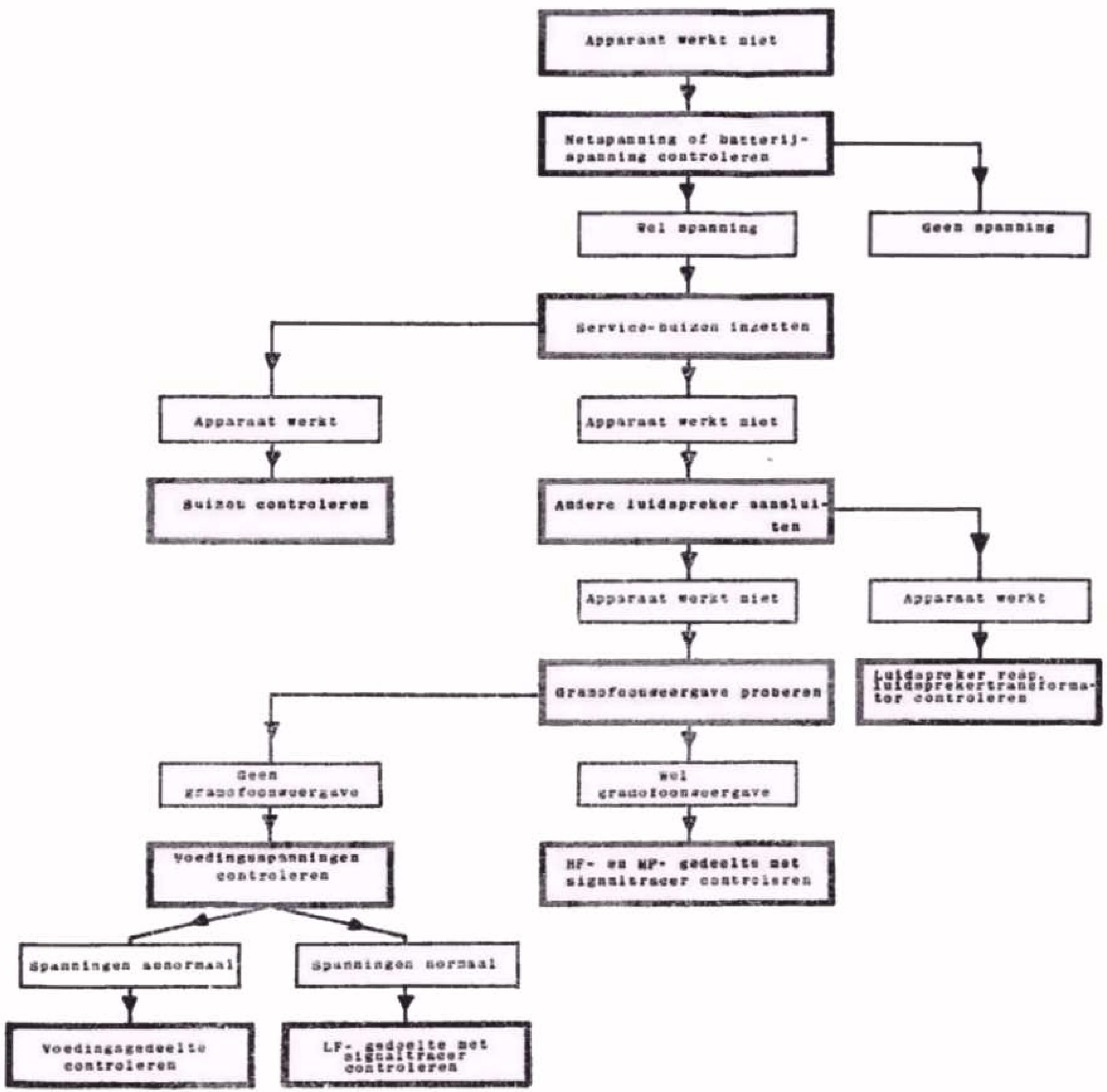
1. Een eerste vereiste voor een efficiënt storingsonderzoek is, dat men systematisch te werk gaat.

2. Alvorens de storingsdeterminatie met de signaltracer-methode te beginnen, worden eerst enige eenvoudige controles uitgevoerd, waarmede globaal bepaald wordt in welk gedeelte van de ontvanger de fout zit.

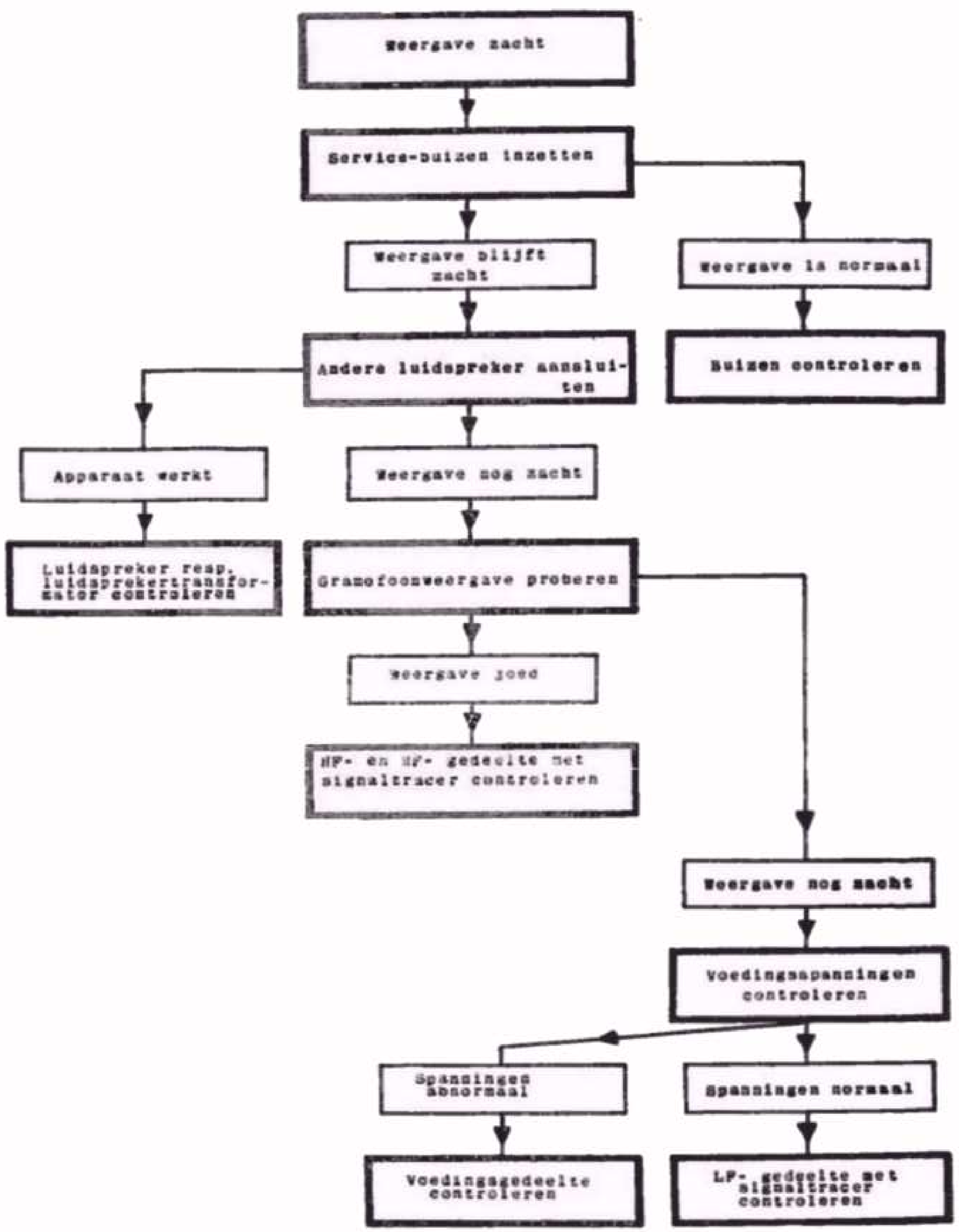
3. Kraakstoringen kunnen zowel in als buiten het ontvangtoestel worden veroorzaakt.

4. Kraakstoringen buiten het ontvangtoestel worden onderscheiden in:
   a. *Netstoringen*, waarbij de storingen hoofdzakelijk via het net het ontvangtoestel binnendringen.
   b. *Kraakstoringen*, die hoofdzakelijk via de antenne binnenkomen (tramstoring, antenne-installatie , enz).

I


Apparaat werkt niet
Netspanning of batterij-spanning controleren
Wel spanning
Geen spanning
Service-buizen inzetten
Apparaat werkt
Buizen controleren
Apparaat werkt niet
Andere luidspreker aansluiten
Apparaat werkt niet
Apparaat werkt
Gramofoonweergave proberen
Luidspreker resp. luidsprekertransformator controleren
Geen gramofoonweergave
Wel gramofoonweergave
Voedingsspanningen controleren
HF- en MF- gedeelte met signaltracer controleren
Spanningen abnormaal
Spanningen normaal
Voedingsgedeelte controleren
LF- gedeelte met signaltracer controleren

II


Weergave zacht
Service-buizen inzetten
Weergave blijft zacht
Weergave is normaal
Andere luidspreker aansluiten
Buizen controleren
Apparaat werkt
Weergave nog zacht
Luidspreker resp. luidsprekertransformator controleren
Gramofoonweergave proberen
Weergave goed
HF- en MF- gedeelte met signaltracer controleren
Weergave nog zacht
Voedingsspanningen controleren
Spanningen abnormaal
Spanningen normaal
Voedingsgedeelte controleren
LF- gedeelte met signaltracer controleren

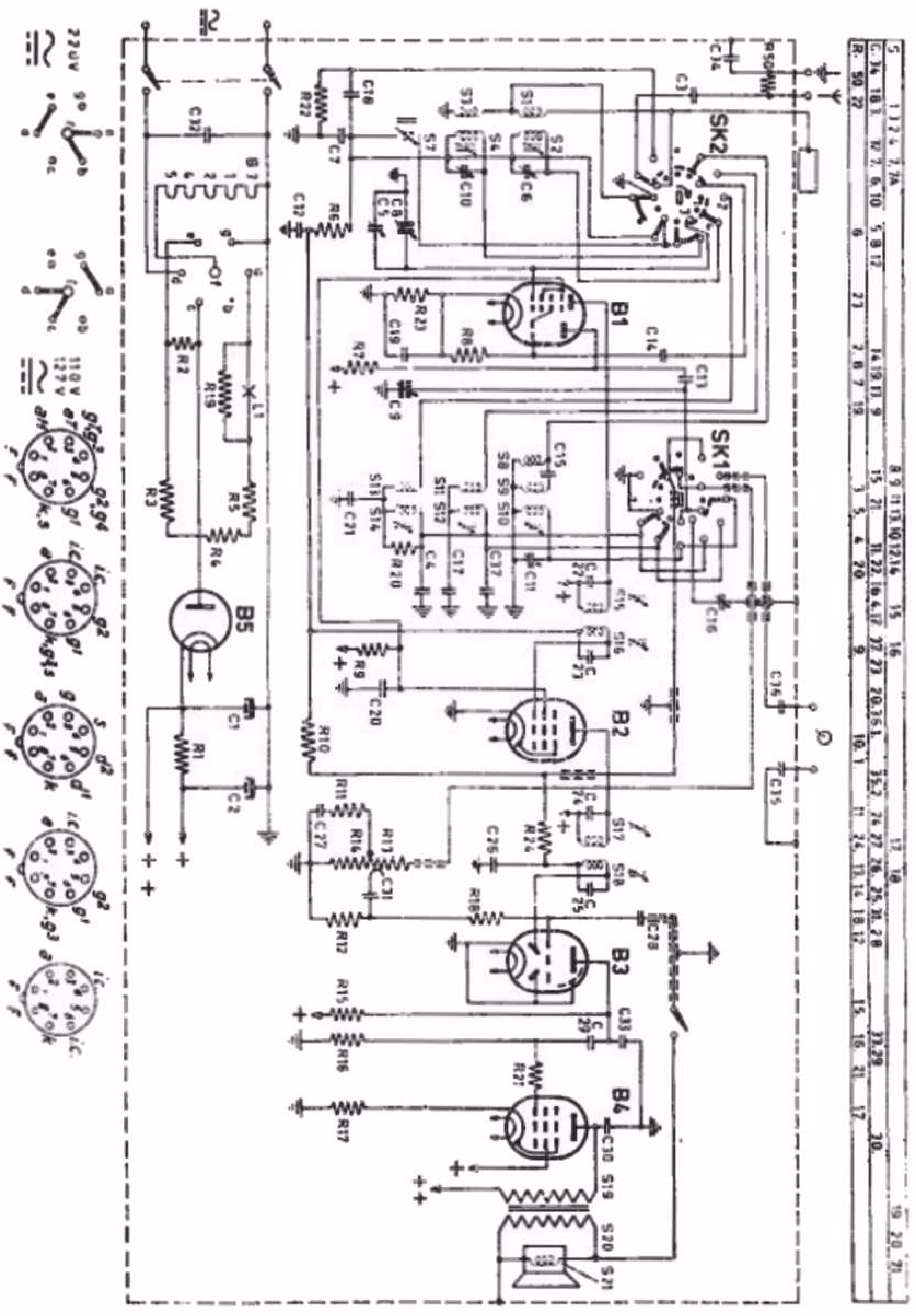
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN.

1. Een ontvangtoestel voor GW-voeding met het schema van fig. 4 is geschakeld voor aansluiting op 220 V netspanning.
   Het toestel werkt niet;ook niet na vervanging van de buizen door een stel Service-buizen.
   Er wordt geen spanning gemeten aan de condensator C2.
   Wat kan de oorzaak zijn?

2. Hetzelfde ontvangtoestel werkt welop 110 V netspanning,doch niet op 220 V. Waar zal nu de fout schuilen?

3. Het bovengenoemde ontvangtoestel werkt in het geheel niet.Na een systematisch onderzoek, blijkt een onderbreking in de verbinding van R21 met de roosteraansluiting van B4 de oorzaak te zijn.
   Beschrijf in volgorde de controle-metingen die nodig zijn om tot het localiseren van de fout te komen.

4. Teken het schema van fig. 4 voor het middengolfgebied tot aan de MF-buis.



Principeschema van een ontvangtoestel voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding.

Fig. 4

138. Inrichting van de werkplaats

Als een apparaat gerepareerd moet worden, zal het de eigenaar interesseren te weten, dat zijn toestel, wat voor hem een kostbaar bezit is:

1. in vertrouwde handen is en goed gerepareerd wordt,
2. snel gerepareerd wordt,
3. tegen een redelijke prijs gerepareerd wordt.

Het is daarom nuttig, Uw klanten te laten weten, dat Uw werkplaats prima verzorgd en geoutilleerd is. U kunt dit doen op verschillende manieren:

a. door ervoor te zorgen, dat Uw klanten de werkplaats zien, b.v. door tussen winkel en werkplaats een glazen schot aan te brengen;
b. door op rustige ogenblikken Uw klant de werkplaats persoonlijk te tonen;
c. door adverteren (voor toekomstige klanten).

De tijd, dat de werkplaats door de klant beschouwd werd als een (doorgaans duister) domein der magische kunst, is voorbij.

Wij zullen ons in deze les bepalen tot wenken voor de inrichting van de werkplaats zelf. In de volgende lessen zullen wij nader ingaan op de gereedschappen en de electrische inrichting van de werkplaats. Wij zijn daarbij uitgegaan van gemiddelde omstandigheden, zowel wat accomodatie als klimaat betreft.

Bepaling van de juiste grootte van de werkplaats

In het algemeen zal men niet vrij zijn in de keuze van de afmetingen van de werkplaats. Als richtlijn kan men echter aanhouden, dat de compleet ingerichte werkplaats minimaal een vloeroppervlakte moet hebben van 6½ m^2 (70 sq. ft.) plus 6½ m^2 (70 sq. ft.) voor elke reparateur. Dit betekent dus voor een werkplaats met ruimte voor:

1 reparateur : 6½ + 1 x 6½ = 13 m^2 (140 sq. ft.)
2 reparateurs: 6½ + 2 x 6½ = 19½ m^2 (210 sq. ft.)
3 reparateurs: 6½ + 3 x 6½ = 26 m^2 (280 sq. ft.)
enz.

Indeling van de werkplaats

Om in het begin onnodig gesleep met werktafels en rekken te voorkomen, wordt eerst de plattegrond van de werkplaats nauwkeurig op schaal op een vel millimeterpapier uitgezet. Men kan b.v. voor elke meter een schaallengte van 5 cm aannemen (voor 3 ft. b.v. 2"). Vervolgens wordt de plattegrond van alle kasten, tafels en rekken op dezelfde schaal op een ander stuk papier uitgezet, waarna alle 'meubels' worden uitgeknipt. Door deze stukjes papier op de plattegrond te leggen, kan men dus de hele werkplaats 'op papier' inrichten.

Alvorens hiertoe over te gaan, verdient het aanbeveling, alle lessen over de werkplaatsinrichting geheel door te lezen, zodat bij het inrichten met alle daarin verwerkte gegevens rekening kan worden genouden.

Bij het plaatsen van het meubilair dient er vooral op gelet te worden, dat:

1. de weg die de te repareren apparaten in de werkplaats moeten afleggen, zo kort mogelijk is;
2. zoveel mogelijk daglicht - bij voorkeur van boven of van rechts op zij - op de werktafels valt;
3. een aesthetisch geheel wordt verkregen;
4. een in ieder opzicht logische en overzichtelijkeopstelling wordt bereikt.

Stelt U zich voor dat U in de nieuwe werkplaats een apparaat van A - Z moet repareren. Hebt U dan alles in Uw onmiddellijk bereik, wat voor de reparatie nodig is? Is er ruimte om een radiogrammofoon te repareren?Is er een aparte tafel voor reparatie van Philishaves, platenwisselaars, en luidsprekers gereserveerd?

Afwerking van muren, plafonds, enz.

Wanneer eenmaal de definitieve plaats voor de werktafels en de verlichting bepaald is, kan worden overgegaan tot eventuele kleine verbouwingen en daarna tot het leggen van de nodige electrische leidingen, antennekabels en aardleidingen. Deze dienen bij voorkeur in de muren verwerkt te worden, dit is echter niet strikt noodzakelijk. Met opzet wordt met het leggen van de kabels begonnen, zodat beschadigingvan muren e.d. nog gemakkelijk gerepareerd kan worden.

Na het leggen van de leidingen krijgen eerst het plafond en de muren een goede beurt. Men kan moeilijk verwachten in een ruimte met afbrokkelende muren een keurige werkplaats te realiseren. Bovendien werkt het veel aangenamer in een goed afgewerkte ruimte dan in een slordige omgeving.

Alle losse brokken uit plafond en muren worden verwijderd en de gaten worden gestopt. Indien het plafond zeer slecht is, kan het beter in zijn geheel verwijderd en vervangen worden door platen zacht-board. Dit is een materiaal met uitstekende geluiddempende eigenschappen; het is betrekkelijk goedkoop en gemakkelijk te verwerken. Het zacht-board heeft een gering nadeel, het zet iets uit als het vochtig wordt. Zorgt U daarom, dat de platen iets vochtig zijn, voor U ze aanbrengt (vooral niet nat maken, doch gedurende een nacht in een enigszins vochtige ruimte zetten), ze trekken dan bij het uitdrogen keurig strak.

Nadat alle vlakken zijn afgewerkt, wordt overgegaan tot het witten, sausen of schilderen.Elke behandeling heeft zijn voor en nadelen.

witten geeft een zeer lichte ruimte, het materiaal geeft echter af en kan daarom beter niet voor muren worden gebruikt.

'Saus' is in veel kwaliteiten in de handel. Goede soorten geven niet af. Het is goedkoop en wordt daarom veel gebruikt. Gebruik echter een lichte tint.

Schilderen met niet-glimmende of halfmatte verf is onder alle omstandigheden de meest duurzame behandeling. Het schilderen van muren (kalk) en plafonds is echter een werk, dat door de vakman moet gebeuren.

Bij de keuze van de juiste kleur is de ligging van de werkplaats doorslaggevend. In donkere werkplaatsen gebruike men voor de wanden zonnige kleuren, zoals creme en geel. Voor zonnige werkplaatsen gebruike men koele kleuren, zoals b.v. blauwgrijs.

Vloeren

Als de werkplaats een houten vloer heeft, is de goedkoopste oplossing de vloer goed schoon te maken en te beitsen, b.v. in een donkergrijze kleur. Beter is een speciale vloerverf, welke in het hout trekt. Vloeren, welke gebeitst of geverfd worden, moeten beslist vrij zijn van verf- en olievlekken, daar op deze plaatsen de beits of verf niet houdt.

Zeer goed is een vloerbedekking van effen linoleum, hetgeen echter vrij duur is. Nog beter, echter ook duurder, is een vloerbedekking van rubber. Indien verkrijgbaar, zijn ook asfalttegels zeer goed.

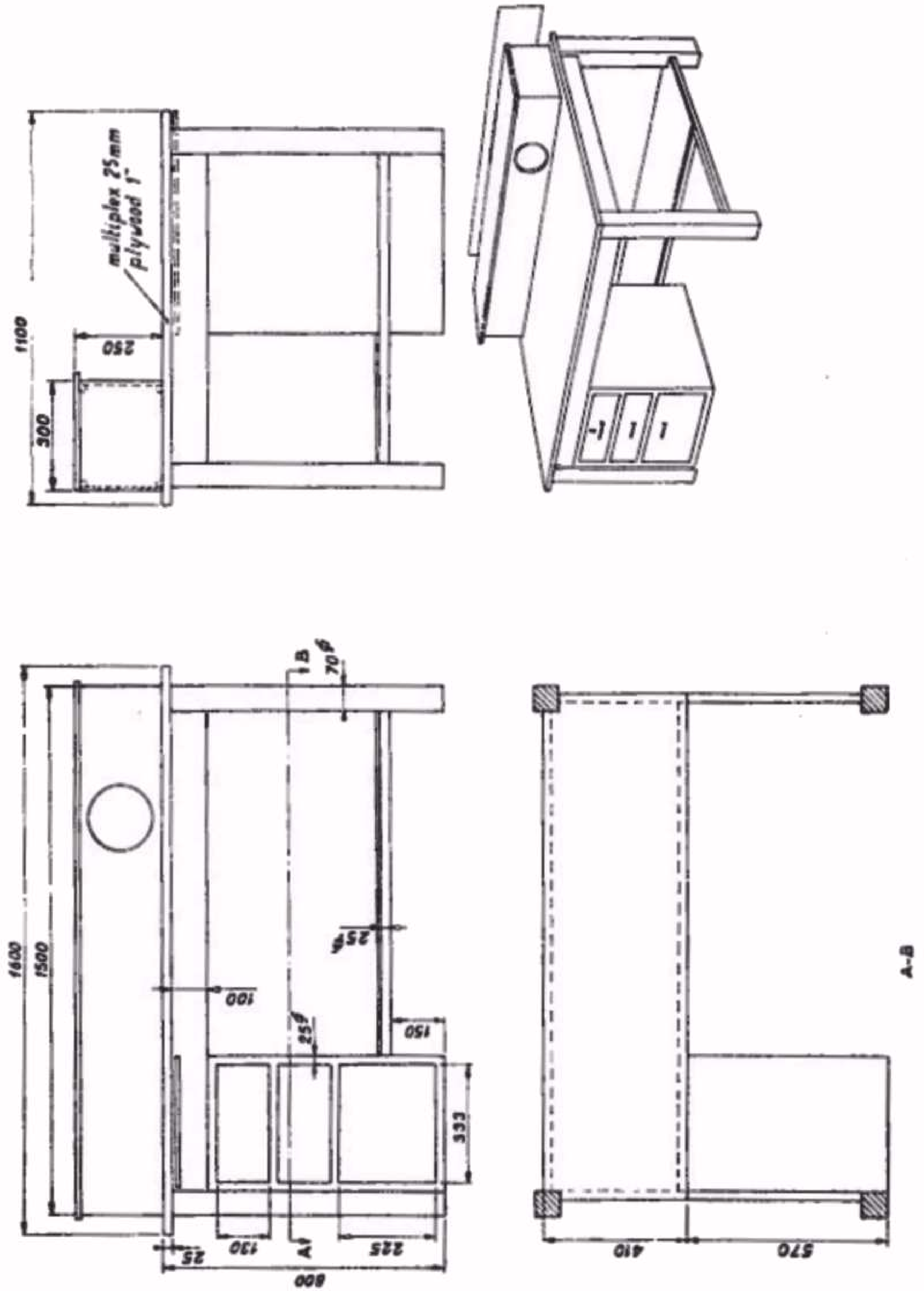
In alle gevallen verdient het aanbeveling, voor iedere werktafel een rubbermat te leggen van ca. 1,50 x 0,75 m (5 x 2½ ft.), zodat de reparateur zowel electrisch als thermisch van de vloer is geiso leerd.

139. <u>Meubilair van de werkplaats</u>

Het voor de werkplaats benodigde meubilair bestaat uit:
a. werktafel(s) voor radioreparaties;
b. werkbank voor mechanisch werk;
c. tafel voor reparaties aan luidsprekers, Philishaves, enz.;
d. (eventueel) tafel voor politoerwerk, in- en uitpakken van apparaten;
e. kast voor reserve-onderdelen en materiaal;
f. kast voor documentaties enz.
g. rekken voor de te repareren en gerepareerde apparaten;
h. indien nodig, een rekje voor meetapparatuur.

ad a. Werktafel voor radioreparaties

Voor elke reparateuris een werktafel nodig, welke aan de achter-



Werktekening van een werktafel voor radio reparaties.

Fig. 1

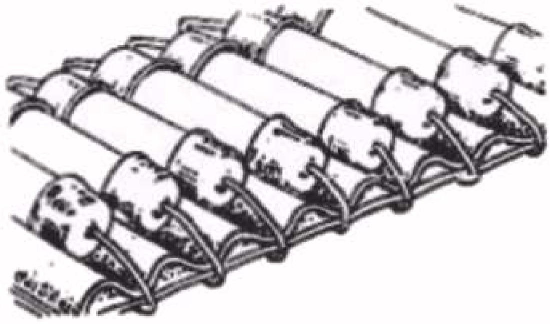
zijde van een verhoging is voorzien. Op deze verhoging kan de meet-apparatuur worden geplaatst, waardoor de meters voor de reparateur op ooghoogte komen. Een voorbeeld van een werktafel, die in de practijk zeer doelmatig is gebleken, is in fig. 1 afgebeeld.
De in de tafel aangebrachte laden worden meestal als volgt ingedeeld:

bovenste lade : enig hand gereedschap, b.v. drie schroevedraaiers, lange bektang, combinatietang en zijsnijtang. Eventueel een of meer doosjes met een grijpvoorraad van weerstanden, persblok- en electrolytische condensatoren. Voor grotere werkplaatsen verdient het aanbeveling deze electrische onderdelen centraal te bewaren.
Voor het opbergen van weerstanden en condensatoren gebruike men repen golfcarton. Hierop legt men in volgorde de weerstanden en condensatoren, waarna de uitlopers (aansluitdraden) om het carton worden gebogen (zie fig. 2).

middelste lade: Hierin wordt op een hoogte van 2 1/2 cm (1") van de bodem een door klosjes ondersteunde en van gaten voorziene triplexplaat aangebracht. In de gaten wordt een complete serie service-buizen geplaatst. Het verdient aanbeveling, deze buizen door een opvallende kleur te merken, zodat zij niet per ongeluk in een gerepareerd apparaat blijven zitten.

onderste lade : inrichting naar verkiezing.

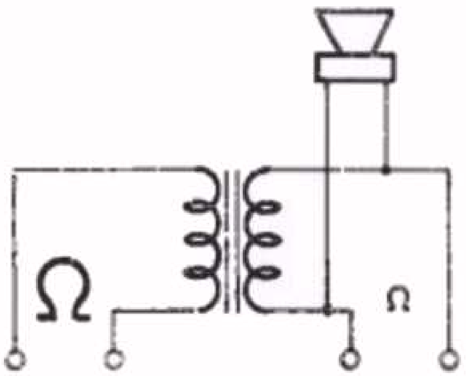
Boven de laden is een uitschuifbare plank aangebracht, waarop tijdens het repareren de service-documentatie kan worden gelegd.
Achter het gat in de verhoging van de bank wordt een passende luidspreker aangebracht, welke via een uitgangstransformator op de aansluitbussen aan de voorzijde van de verhoging wordt aangesloten. Bij gebruik van het schema van fig. 3 is geen aparte omschakelaar nodig voor hoogohmige en laagohmige aanpassing.
Tevens worden in de voorzijde van de verhoging een aantal bussen voor aarde en antenne aangebracht (zie ook onder 'Antenne' in les 42).



Schets van een reep golfkarton voor het opbergen van weerstanden en condensatoren.

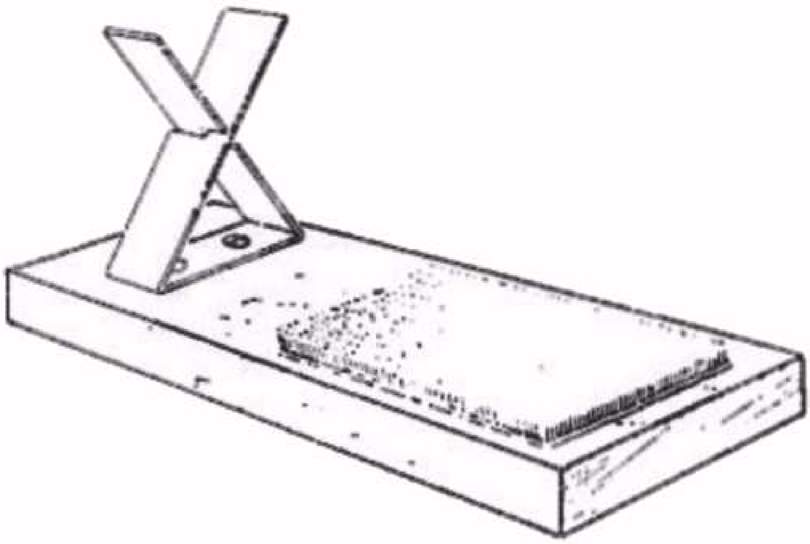
Fig. 2

Vooral wanneer men veel B-apparaten (apparaten, gevoed uit droge batterijen) moet repareren, verdient het aanbeveling, in de verhoging tevens een gecombineerde anode-gloeistroombatterij aan te brengen. In het voorpaneel wordt dan een aansluitplaatje uit een oude anodebatterij aangebracht, dat via snoertjes en een passende steker met de batterij wordt verbonden.
Rechts op de werktafel bevindt zich een houder voor de soldeerbout. Deze houder, welke voorzien is van een stuk staalborstel (vijlenborstel) voor het schoonvegen van de soldeerbout, is op eenvoudige



Principeschema van de omschakeling voor hoogohmige en laagohmige luidsprekers.

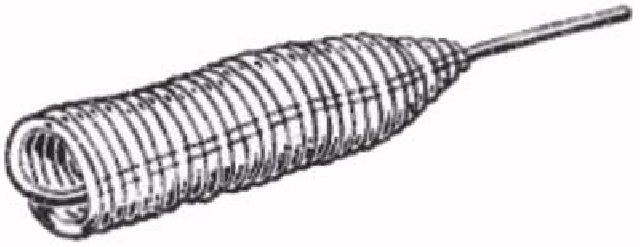
Fig. 3



Schets van houder voor de soldeerbout met staalborstel.

Fig. 4

wijze te maken (zie fig. 4) (zie ook gereedschap No. 5 - Les 41). Voor het solderen wordt uitsluitend gebruik gemaakt van harskernsoldeer. Dit is soldeer in de vorm van een dun buisje, gevuld met hars. Het wordt geleverd in klossen, waarvan voor het gebruik stukken van ca 1,25 m (4 ft.) worden afgenomen. Deze stukken worden met behulp van een potlood opgewonden, zoals aangegeven is in fig. 5. Het soldeer is nu gemakkelijk vast te houden en tijdens het gebruik kan men de draad van het vrije einde uittrekken.



Soldeerspiraal.

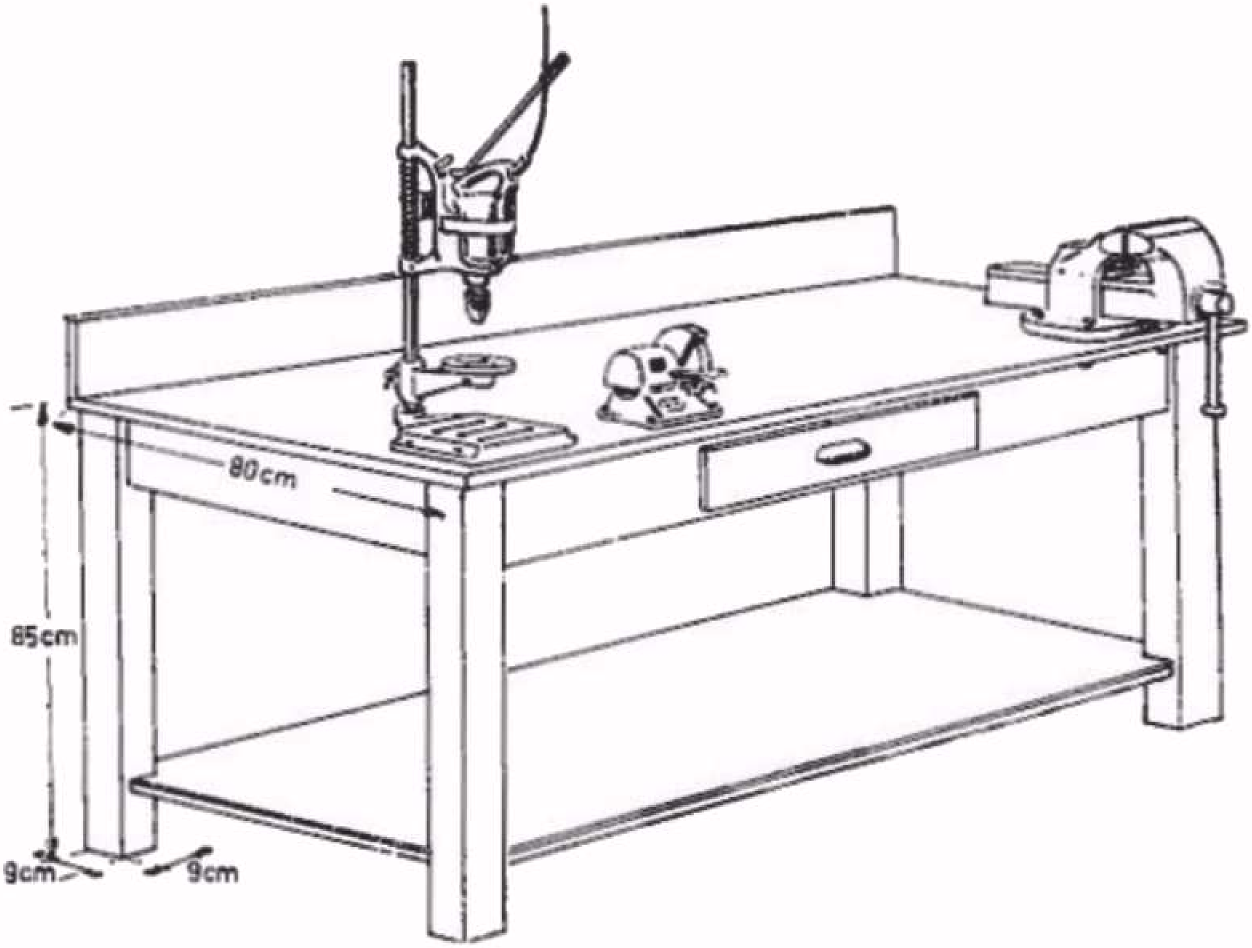
Fig. 5

Voor reparatie van radiogrammofoons wordt veel gebruik gemaakt van een zeer kleinen laag werkbankje op wielen, dat naast het apparaat kan worden gereden. Hetzelfde idee vindt ook veel toepassing bij reparatie en inbouw van autoradio's. Het werkbankje blijft dan met een stevige kabel (met aarddraad!) met een stopcontact in de werkplaats verbonden.

Bankwerk, zoals slijpen, vijlen en boren mag nimmer op de werktafel worden uitgevoerd; dit dient op een speciale werkbank voor mechanisch werk te geschieden.

ad b - Werkbank voor mechanisch werk

In elke werkplaats dient een dergelijke werkbank aanwezig te zijn. Uit fig.6 blijkt, dat deze bank aanmerkelijk zwaarder is uitgevoerd dan de werktafel a. Teneinde trillingen en lawaai zoveel mogelijk tegen te gaan, wordt de bank geheel vrij van de muur opgesteld. Op het blad worden een bankschroef, een tafelboormachine en een bij voorkeur electrisch aangedreven slijpsteen gemonteerd. De bank wordt voorzien van een flinke lade, waarin klein gereedschap, zoals boren, tappen, taphouder, enz. wordt bewaard. Boren en tappen

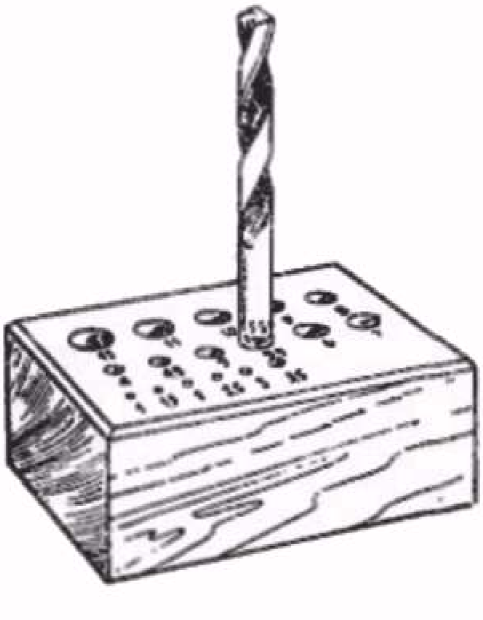


Schets van een werkbank voor mechanisch werk.

Fig. 6

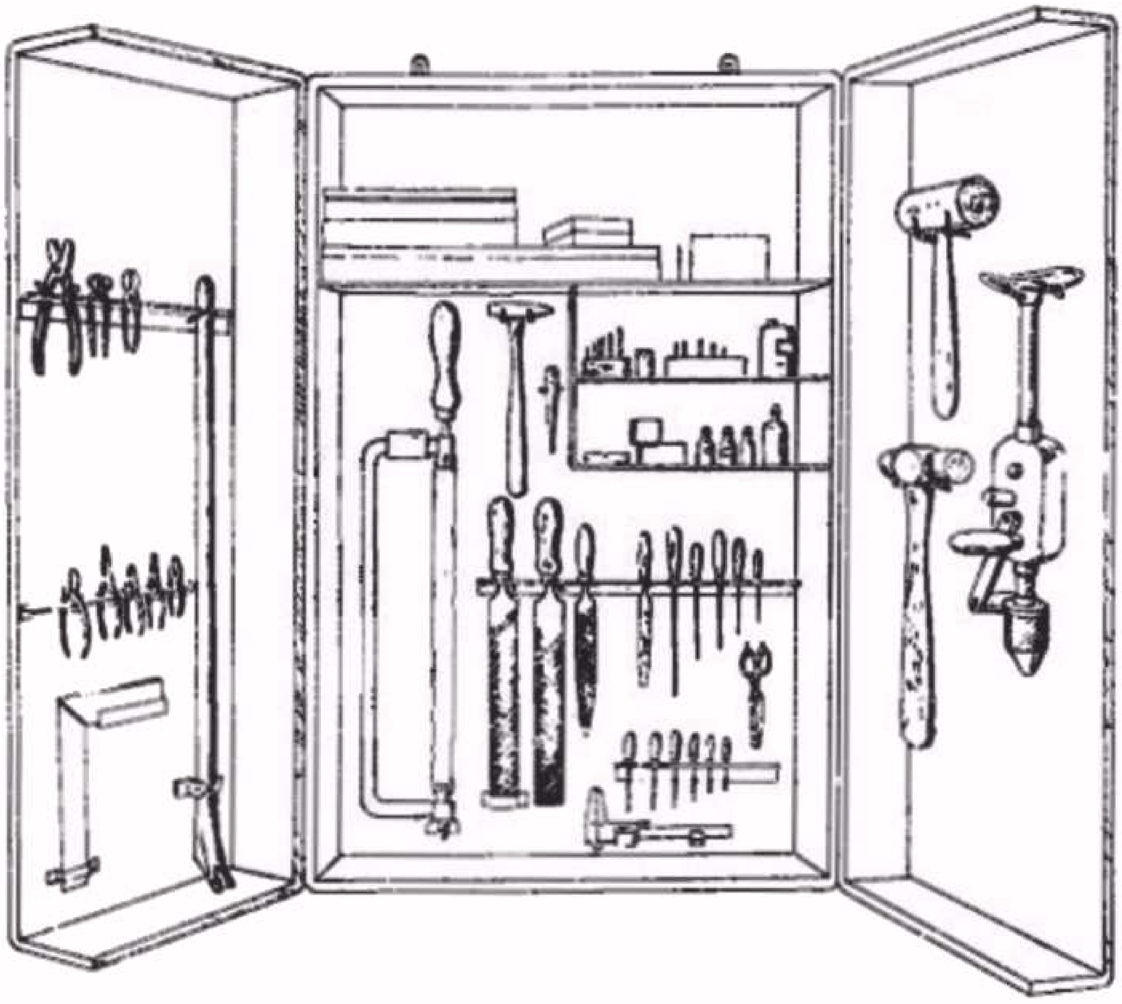
bewaart men het beste in een blok hard hout (b.v. beuken, vooral *geen* eikenhout gebruiken; dit bevat zuren, welke het materiaal kunnen aantasten), waarin voor elke boor resp. tap gaten zijn geboord. (zie fig. 7).Op deze wijze hoeft men niet lang naar een boor of tap te zoeken en men ziet in één opslag, of alles aanwezig is.

Het zware gereedschap kan op twee manieren worden opgeborgen. Men kan het n.l. achter de werkbank met behulp van beugels op een tegen de muur aangebrachte plaat multiplex bevestigen. Men kan ook naast de werkbank, tegen de muur, een ondiepe tweedeurs kast aanbrengen. (Fig. 8). Tegen de achterwand van deze kast kan men dan met beugeltjes het zware gereedschap bevestigen, terwijl lichter gereedschap (zoals vijlen, schroevedraaiers, enz.) in metalen rekjes aan de binnenzijde van de deuren kan worden geplaatst. Men kan eventueel de plaat multiplex uit het eerste voorbeeld en de binnenzijde van de kast uit het tweede voor-



Houten blok voor het opbergen van boren en tappen.

Fig. 7



Schets van een kast voor het opbergen van gereedschappen.

Fig. 8

beeld donkergrijs verven. Hierop worden de silhouetten van het gereedschap, op de plaats, waar dit wordt opgeborgen, in een afstekende kleur (b.v. licht rood) aangegeven. Dit geeft twee voordelen:

1. Het gereedschap is steeds op dezelfde plaats opgeborgen - spaart dus tijd aan zoeken.
2. In een oogopslag is te zien of alle gereedschap aanwezig is.

ad c - Tafel voor reparatie van luidsprekers, Philishaves, enz.

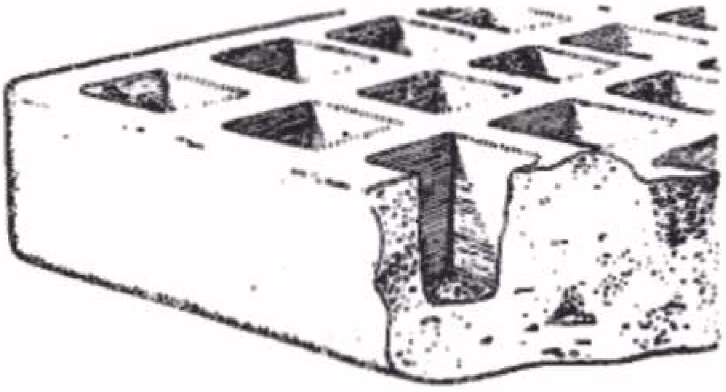
Wanneer de ruimte dit ook maar enigszins toelaat, wordt een aparte tafel gereserveerd voor reparatie van luidsprekers, Philishaves, enz. Hiervoor kan een normale tafel worden gebruikt met een bladmaat van ca. 150 x 80 cm (60" x 32"). De tafel moet voorzien zijn van 1 of 2 flinke laden, waarin luidspreker-centreermallen (magneet- en conusmallen), lijm, een complete serie Philishave-onderdelen en

enig klein gereedschap wordt opgeborgen. Op de tafel bevindt zich een soldeerbout met houder, zoals beschreven onder a.
In verband met luidsprekerreparaties dient de tafel vrij van stof en ijzerdeeltjes te worden gehouden; anders loopt men het gevaar, dat in de luchtspleet van de luidspreker ijzerdeeltjes terecht komen. In verband hiermede moet deze tafel uit de buurt van de mechanische werkbank worden gehouden (slijpstof, vijlsel en boorspanen).

ad d - Tafel voor in- en uitpakken, politoeren, enz.

Deze tafel is gelijk aan die, welke onder c is beschreven. In kleine werkplaatsen worden de tafels c en d dan ook meestal gecombineerd. In de laden worden alle ingrediënten opgeborgen, welke voor het opknappen van kasten nodig zijn, zoals poetsdoeken, politoer, lak, polish en voor het inpakken een bol touw.

De bladen van alle tafels en werkbanken worden beplakt met linoleum. Hiervoor is speciale lijm in de handel. Voor het plakken moeten de tafelbladen goed schoon, *vetvrij* en enigszins ruw gemaakt worden. De randen van alle tafel- en werkbanken worden afgezet met een goed aansluitende hard-houten rand (beukenhout). Ter vermijding van kieren, welke verzamelplaatsen voor stof en vuil zijn, worden de houten lijsten gelijmd en geschroefd. Een metalen rand moet ten stelligste worden afgeraden wegens gevaar van kortsluiting en spanning bij aanraken. Ter bevordering van een duurzaam uiterlijk, kan men de tafels en de werkbank eventueel blank vernissen.
Om beschadigingen te voorkomen, wordt op elke tafel een plaat sponsrubber gelegd, ter grootte van 80 x 50 cm (2'8" x 1'8"). Vilt moet worden afgeraden, omdat druppels soldeer er niet van verwijderd kunnen worden. Het middel wordt dan erger dan de kwaal. Zeer goed voldoet een sponsrubber onderlegger, zoals getekend in fig. 9. Schroeven, ringen, enz. vallen in de gaten en kunnen dan de apparaten niet beschadigen. Men kan er zelfs een apparaat met knoppen opleggen, de knoppen zakken dan in de gaten.



Sponsrubber onderlegger voor de reparatietafel
Fig. 9

Zeer handig is het een stel klampen ter beschikking te hebben. Bij reparatie aan een uit de kast genomen chassis is het nl. dik-

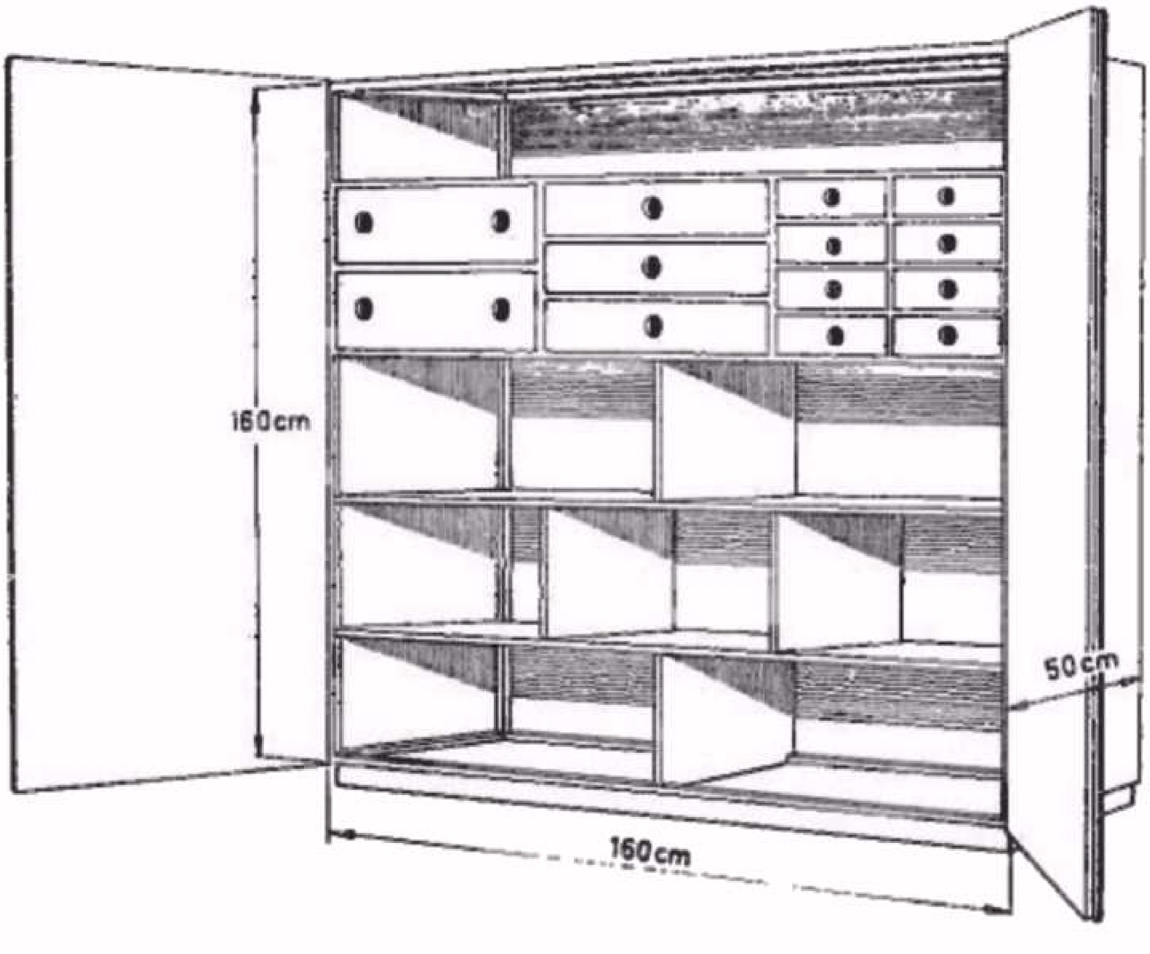
wijls nodig, bepaalde gedeelten van het chassis (b.v. schaal) te ondersteunen. Deze klampen kan men heel eenvoudig maken van een blokje hout (35x50x300 mm), dat aan alle zijden met vilt is bekleed.

ad e - Kast voor reserve-onderdelen en materiaal

Afhankelijk van de omstandigheden, kan deze kast in de werkplaats, de winkel of in een apart magazijn worden geplaatst. Voorwaarde is, dat hij:

1. dicht bij de werktafel van de reparateur staat,
2. onder controle van een speciaal daarvoor aangewezen persoon staat.

De kast wordt voorzien van een aantal kleine laden en/of planken, waarop de onderdelen volgens gewicht worden opgeborgen. Luidspreker conussen komen b.v. op de bovenste plank, voedingstransformatoren worden daarentegen onder in de kast geplaatst. Een practische indeling is in fig. 10 weergegeven.



Schets van een kast voor het opbergen van service onderdelen

Fig. 10

De volgende artikelen behoren steeds in voorraad te zijn:
complete reeks standaard-voedingstransformatoren
complete reeks standaard-uitgangstransformatoren
complete reeks koolweerstanden
complete reeks persblok-condensatoren
electrolytische condensatoren

netschakelaars
koolpotentiometers
onderdelen voor golfbereikschakelaars
alle gangbare buizen
enz.
Zeer kleine onderdelen kunnen worden opgeborgen in van schotjes voorziene bakken. Nog beter is het gebruik te maken van een aantal losse bakjes van hout, stevig karton of plastic; dit heeft het voordeel, dat men een of meer bakjes afzonderlijk uit de kast kan nemen en kan omkeren resp. schoonmaken, zonder dat de inhoud van verschillende bakjes door elkander geraakt.

ad f - Kast voor documentaties

In deze kast worden benalve documentaties, allerlei servicegegevens betreffende onderdelen en reparaties, buizengegevens, technische boeken en radiocursus opgeborgen. De documentaties brengt men in dunne mappen of ordners onder.
Het is nuttig elke reparateur een stel service documentaties van de seizoenapparaten te verstrekken; in de kast blijft dan de *complete* verzameling service documentaties aanwezig.

ad g - Rek voor de te repareren apparaten

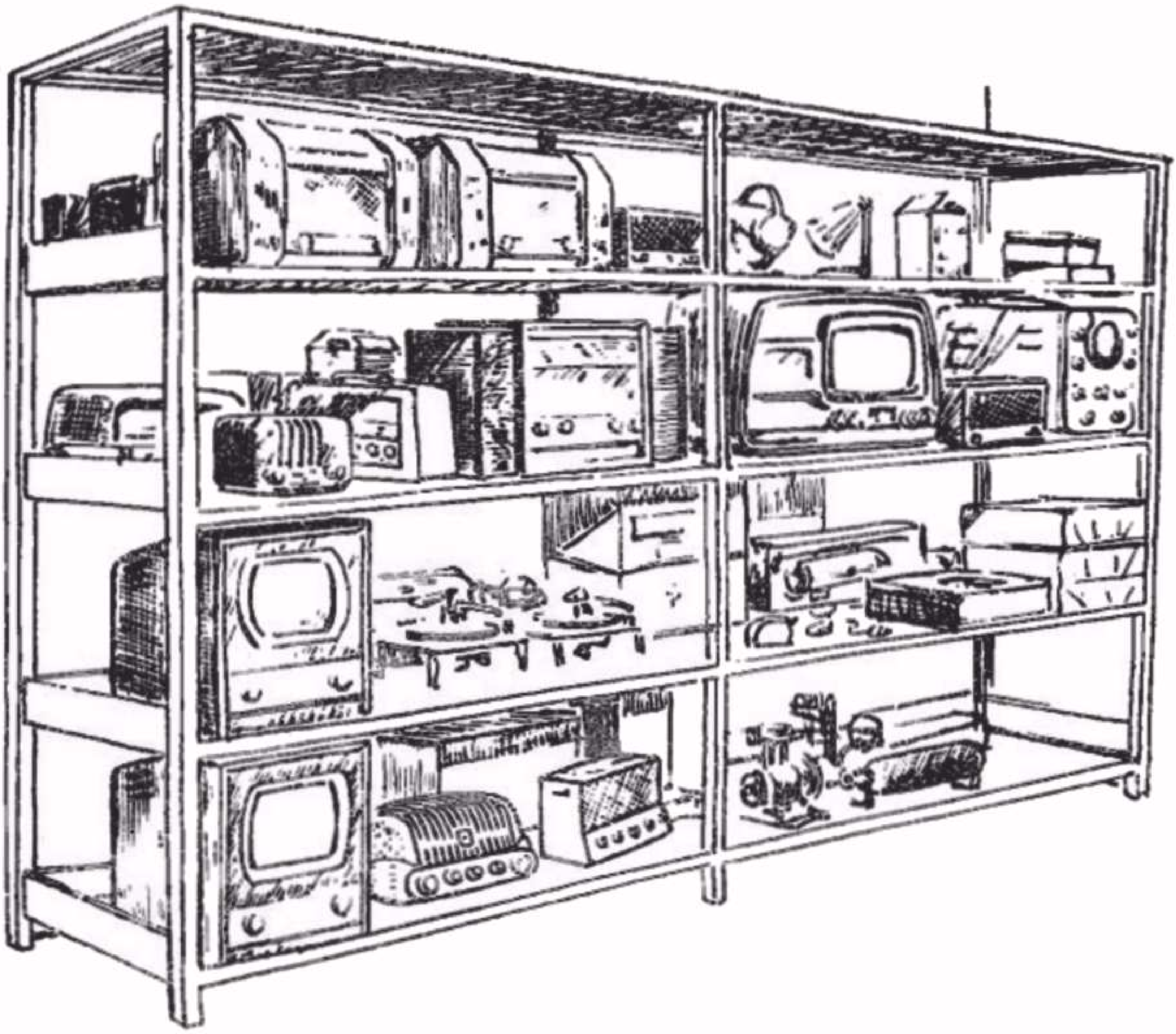
Dit rek moet zowel dicht bij de werktafel van de reparateur als bij de deur, waardoor de apparaten binnenkomen, worden geplaatst. De grootte van het rek hangt uiteraard af van het aantal reparaties per werkplaats.

Rek voor gerepareerde apparaten

Dit rek kan van dezelfde constructie zijn als het vorige. Aangezien gerepareerde apparaten meestal spoedig afgehaald of thuis bezorgd worden, kan dit rek aanmerkelijk kleiner zijn. In de practijk blijkt het meestal dat dit rek 1/3 vande afmetingen kan hebben van het rek voor te repareren apparaten. Het dient zowel dicht bij de werktafel van de reparateur, bij de paktafel als bij de deur waardoor de apparaten de werkplaats verlaten, geplaatst te worden.
Soms is nog een derde rek nodig voor apparaten, welke op onderdelen moeten wachten, die niet in voorraad zijn. In een goed georganiseerde werkplaats is dit derde rek meestal overbodig. Globaal gerekend zal het gezamenlijke grondoppervlak van alle stellingen in de practijk overeenkomen met 2/3 van het grondoppervlak van de onder a genoemde werktafels. In fig. 11 is een voorbeeld van een rekconstructie weergegeven.
Soms zal het nodig zijn, enkele apparaten voor of na de reparatie enige tijd ingeschakeld te laten staan. In verband hiermede verdient het aanbeveling, een of meer planken inde stellingen te voorzien van een aantal stopcontacten.

ad h - Rek voor meetapparatuur

Dit dient geheel te worden aangepast aan de bestaande omstandig-



Schets van een rek voor de te repareren en gerepareerde apparaten

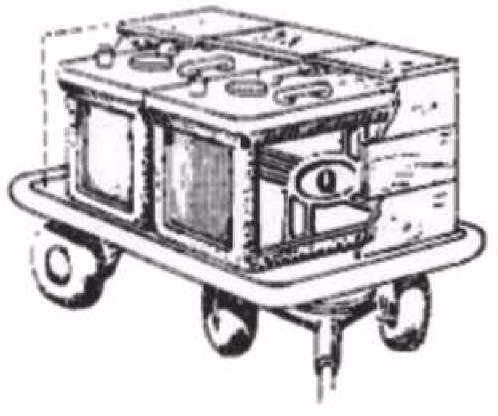
Fig. 11

neden. Houdt bij het plaatsen van het rek in het oog, dat:

1. de apparaten onder het onmiddellijk bereik van de reparateur staan;
2. de klant Uw werkplaats onder meer beoordeelt naar de daar aanwezige meetapparatuur. Zorg er dus voor, dat de meetapparatuur er verzorgd uitziet en dat het rek met meetapparatuur op een voor de klant in het oog lopende plaats is aangebracht.

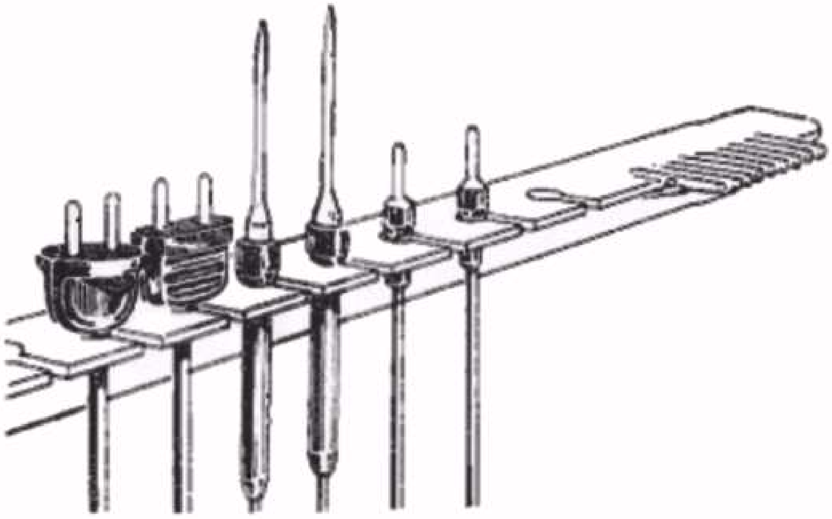
Accu's

Voor het repareren van autoradio's en batterij-apparaten zijn twee in serie geschakelde 6-V accu's nodig. Monteer deze accu's op een plank van grenenhout (zuurbestendig), waaronder vier wieltjes worden aangebracht. Het wagentje wordt afgedekt met een houten kap (eveneens van grenenhout), waarmee enerzijds de accu's beschermd worden tegen vallend gereedschap en anderzijds de kleren tegen accuzuur worden beschermd (zie fig. 12).



Schets van een wagentje met twee 6-V accu's.

Fig. 12



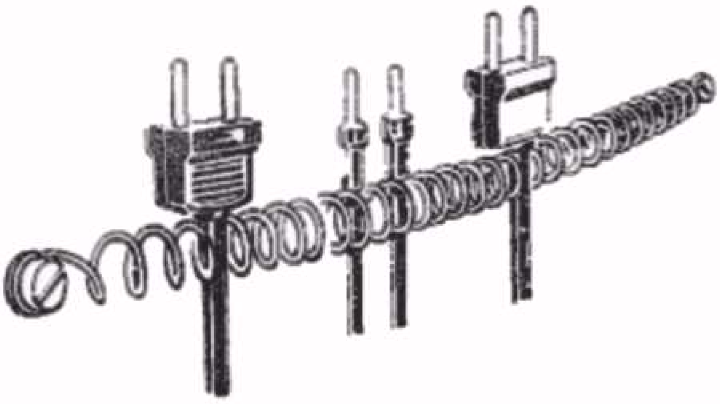
Rekje van dun plaatstaal voor het opbergen van snoeren.

Fig. 13

Rekjes voor meetsnoeren

Naast elke werktafel, en bij voorkeur ook ter weerszijden van het rek met meetapparaten, moeten rekjes voor meetsnoeren worden aangebracht. Men kan deze rekjes b.v. maken van dun plaatstaal (zie fig. 13).

Een andere goede en tevens eenvoudige oplossing is het aanbrengen van enkele dikke spiraalveren, waarin de meetsnoeren op eenvoudige wijze opgehangen kunnen worden (zie fig. 14).



Spiraalveer voor het opbergen van snoeren

Fig. 14

140. Verlichting van de werkplaats

De efficiency en de veiligheid in de werkplaats zullen sterk toenemen met een betere verlichting. Met een goede verlichting zal er niet alleen vlugger, doch ook beter en nauwkeuriger worden gewerkt.

Daglicht

Om zoveel mogelijk profijt van het daglicht te trekken, worden de werktafels zodanig geplaatst, dat het daglicht van rechts naar links op de tafels valt. Komt het licht van achteren of van voren, dan werkt de reparateur of in zijn eigen schaduw, of zijn ogen raken

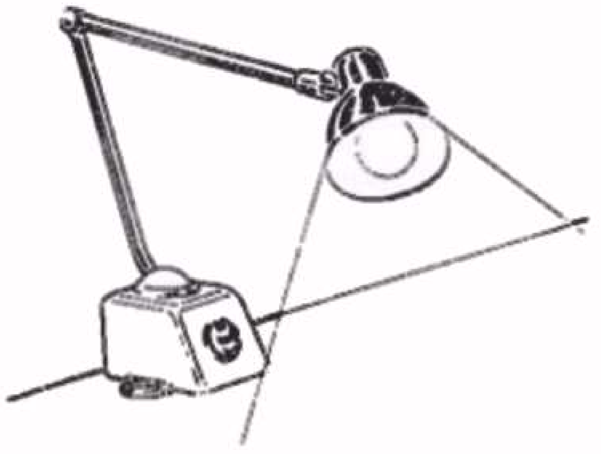
snel vermoeid door het voortdurend accomoderen van licht op donker en omgekeerd.

Kunstlicht

Alleen een verlichting boven de werkbanken is niet voldoende,omdat dan de werkplaats in het halfduister blijft,wat zeer vermoeiend voor de ogen is.

Allereerst wordt dus een behoorlijke algemene werkplaatsverlichting aangebracht, bij voorkeur met T.L. buizen. Wanneer men beschikken kan over een aansluiting op een 3-fazen net, worden de T.L. buizen bij voorkeur op verschillende fazen aangesloten. Het stroboscopisch effect (bij het bewegen van glimmend gereedschap, enz.) wordt daarmee tot een minimum gereduceerd.

Na het aanbrengen van de algemene verlichting, kan men nagaan in hoeverre de verlichting van de werktafels aanvulling behoeft.Soms is het reeds voldoende, op elke tafel een verstelbare werklamp(zie fig. 15) te plaatsen, terwijl het in andere gevallen b.v. nodig zal zijn, boven elke werktafel een aan pendels opgehangen T.L.armatuur te monteren. Bevinden zich in zo'n armatuur 2 T.L. buizen, dan worden deze weer op twee verschillende fazen van het net aangesloten.



Verstelbare werklamp.
Fig. 15

Voor het werken in radiogrammofoons wordt bovendien gebruik gemaakt van een kleine looplamp, voorzien van een klem, zodat ze op een willekeurige plaats vastgezet kan worden. Deze kan tevens gebruikt worden bij installatie en reparatie van autoradio's. Twee van dergelijke looplampen in de werkplaats zijn dan ook beslist geen luxe.

SAMENVATTING

1. Voor een goede service is een doelmatig ingerichte werkplaats een eerste vereiste.

2. Als richtlijn voor de afmetingen van de werkplaats kan men rekenen met een minimale vloeroppervlakte van 6½ m^2 (70 sq. ft.). plus 6½ m^2 (70 sq. ft.) voor elke reparateur.

3. Bij het plaatsen van het meubilair dient men er vooral op te letten, dat
   a. de weg die de te repareren apparaten in de werkplaats moeten afleggen, zo kort mogelijk is.
   b. zoveel mogelijk daglicht - bij voorkeur van boven of rechts opzij - op de werktafel valt.

4. Het voor de werkplaats benodigde meubilair bestaat uit:
   a. werktafel(s) voor radioreparaties
   b. werkbank voor mechanisch werk
   c. tafel voor reparaties aan luidsprekers, Philishaves, enz.
   d. tafel voor politoerwerk, in- en uitpakken van apparaten, enz.
   e. kast voor reserve-onderdelen en materiaal
   f. kast voor documentaties
   g. rekken voor de te repareren en gerepareerde apparaten
   h. indien nodig, een rekje voor meetapparatuur.

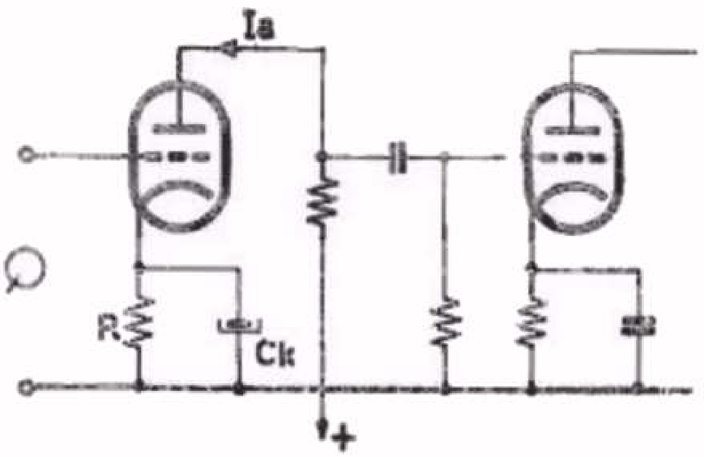
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Bereken het verbruik van een radiotoestel per maand (reken 30 dagen) dat per dag ca. 4 uur is aangesloten, als het vermogen 65W bedraagt.

2. Voor welke spanningsmeting is een mA-meter van 0 - 3 mA (Rm = 30 Ohm) geschikt, en voor welke spanningsmeting met een voorschakelweerstand van 3970 Ohm?

3. In de primaire wikkeling van een transformator vloeit, bij aansluiting op 125 V, een stroom van 5 A. De wikkelverhouding is 20: 1, terwijl aan de secundaire wikkeling een weerstand is aangesloten. Als we de verliezen in de transformator verwaarlozen, hoe groot zijn dan de spanning over en de stroom in de secundaire wikkeling?

4. In onderstaande schakeling wordt de condensator Ck weggelaten. Welke van de onderstaande verschijnselen zult U dan kunnen waarnemen?
   1. minder anodestroom
   2. minder vervorming
   3. minder negatieve roosterspanning
   4. minder geluid.



141. Gereedschappen

De in een werkplaats gebruikte gereedschappen zijn in hoge mate bepalend voor de kwaliteit van het reparatiewerk. Het is dan ook niet zonder reden dat de spreuk ''Goed gereedschap is het halve werk'' burgerrecht heeft verkregen. Ofschoon het voor normale radioreparaties in het algemeen niet noodzakelijk is een zeer uitgebreide reeks gereedschappen te hebben, is men toch aan een aantal beslist noodzakelijke gereedschappen gebonden, zonder welke geen reparateur - met hoeveel kennis en ervaring ook - goede reparaties kan verrichten.

Bij het repareren van oudere apparaten zal het dikwijls nodig zijn mechanische werkzaamheden te verrichten, beugels te maken voor het vastzetten van vervangende onderdelen enz.

Het bovenstaande in aanmerking genomen, zal de lijst van gereedschappen voor elke werkplaats er als volgt uitzien.

A. Voor elke monteur een stel van de volgende gereedschappen:

Beslist noodzakelijk

1. Combinatietang (geisoleerd)
2. Langebektang
3. Zijsnijtang
4. Schaar
5. Pincet
6. Fittingschroevedraaier 3 mm (geisoleerd)
7. a) Schroevedraaier 4 mm
   b) Schroevedraaier 6 mm
8. Schroevedraaier minimum 30 cm lang voor M3 madeschroeven
9. Soldeerbout 70-100 Watt
10. Dopsleutel voor electrolytische condensatoren
11. Zwaar knipmes
12. Keelspiegel
13. Stofkwast
14. Kwastje voor reinigen van schakelaars
15. Flesje schakelaar-vloeistof
16. Flesje tetrachloorkoolstof
17. Oliekannetje met lichte olie

Niet noodzakelijk, doch zeer gewenst

24. Verstelbare moersleutel tot 25 mm bekwijdte.
25. Ronde buigtang
26. Platte buigtang
27. Kopkniptang
28. a) Zware schroevedraaier 8 mm
    b) Zware schroevedraaier 10 mm
29. Haakse schroevedraaier
30. Draadstripper
31. a) Dopsleutel voor M2,6 moeren
    b) '' '' M3 ''
    c) '' '' M4 ''
    d) '' '' M5 ''
32. a) Steeksleutel voor M2,6 moeren
    b) '' '' M3 ''
    c) '' '' M4 ''
    d) '' '' M5 ''
33. Een doosje met 4-6 stuks horlogemakers-schroevedraaiers.

18. Trimschroevedraaier
19. Trimdopsleutel
20. a) 2 Meetsnoeren-50 cm lang
    b) 2 '' -75 cm ''
    c) 2 '' -100 cm ''
    d) 2 '' -125 cm ''
21. 8 Dassenklemmen (opsteek-model)
22. 2 Opsteekbare testpennen
23. Trimtransformator

B. Gereedschap voor algemeen gebruik:

In iedere werkplaats behoort een stel van de volgende gereedschappen aanwezig te zijn:

Beslist noodzakelijk

1. a) Blokvijl basterd ca. 20 cm lang
   b) Blokvijl zoet ca. 20 cm lang
2. a) Halfronde vijl basterd ca. 20 cm lang
   b) Halfronde vijl zoet ca. 20 cm lang
3. a) Rondvijl basterd 10 mm ø
   b) Rondvijl halfzoet 4 mm ø
4. Halfronde grove basterdvijl (rasp)-ca. 20 cm lang
5. Stalen borstel (vijlenborstel)
6. a) Hamer 200 gram
   b) Hamer 500 gram
7. Centerpons
8. Cylindrische doorslag 3 mm ø
9. Koubeitel
10. Handboormachine tot 9 of 12 mm
11. Electrische tafelboormachine tot 12 mm
12. Spiraalboren 1-1,5-2-2,5-3-3,5-4-4,5-5-5,5-6-7-8-9-10-11-12 mm in overeenstemming met kop van pos. 10 en 11.
13. Stel tappen M2-M2,6-M3-M4

Niet noodzakelijk, doch zeer gewenst

28. Electrische handboormachine 6 à 9 mm
29. Avegaar 15 en 20 mm
30. Omslagboor met centerboren
31. Rawlplug beitel
32. Knijptang
33. Schrobzaag
34. Een stel sleutelvijltjes
35. Figuurzaag met zaagjes
36. Driehoekig zoet vijltje
37. Snijkop M2,6-M3-M4-M5
38. Stalen liniaal
39. Conische doorslag 100 mm lang
40. Slagcijfers en -letters 4 mm hoog
41. Koevoetje voor openbreken van kisten
42. Stofzuiger voor reinigen van apparaten
43. Zuurweger
44. Gelijkrichter voor het laden van accu's

14. Taphouder
15. Slijpmachine, bij voorkeur electrisch
16. Stofbril (veiligheidsbril)
17. Hefboom-kniptang
18. Vlakbeitel voor houtbewerking
19. Bankschroef ca 10 cm breed
20. Houten of hard rubber hamer
21. Schuifmaat
22. Winkelhaak
23. Kraspen
24. Steekpasser
25. Blikschaar
26. Handzaag
27. IJzerzaag met beugel

Speciale gereedschappen

1 Stel per werkplaats

45. Luidsprekermallen

09 991 53.0)
09 992 41.0) magneetmallen
09 992 50.0)
A9 600 19.0)

5M 409 94.0)
5M 447 07.0) conusmallen
M6 149 47.0) 4 stuks in houten blokje
M6 414 89.0) onder codenummer A9 864 23.1

5M 458 54.0 plakmallen

46. Lijm voor luidspreker-reparaties codenr. A9 865 88.0

47. Voelertjes codenr. 09 990 84.0

48. Tangen voor het monteren van segmenten van golfbereikschakelaar
    Statortang codenr. A9 600 23.0
    Rotortang codenr. 09 994 14.0

49. Gewichtjes voor Philishave reparaties
    17,5 gram codenr. 09 992 94.0
    22,5 gram codenr. A9 600 01.0
    25 gram codenr. A9 600 05
    35 gram codenr. A9 600 06

50. Hulpklem voor het aanbrengen van aandrijfsnaren, codenr. 09 994 09

Nadere bijzonderheden betreffende de gereedschappen.

Het maken van gereedschappen is een moeilijk vak. Niet alleen moet de fabrikant de nodige ervaring hebben om het gereedschap de juiste vorm te geven, doch ook de keuze van het juiste soort staal of materiaal en de juiste behandeling daarvan zijn bepalend voor de kwaliteit. Is b.v. het staal van een kniptang te zacht, dan zal

de bek indeuken en/of snel verslijten; is het staal te hard, dan bestaat het gevaar dat er stukken uit de bek springen.

Het kopen van goed gereedschap is bijna even moeilijk als het vervaardigen ervan. Er is helaas maar al te veel gereedschap van inferieure kwaliteit in de handel en het feit dat een bepaalde tang b.v. mooi verchroomd is, geeft geen enkele garantie voor de kwaliteit van hetgeen zich onder de chroomlaag bevindt. Het beste is wel het gereedschap te proberen voor U het koopt. Koopt U een kniptang, knip er dan b.v. een spijker mee door in aanwezigheid van de handelaar. Als de tang inderdaad van goede kwaliteit is, zal hij er beslist geen bezwaar tegen hebben. Overigens is het kopen van gereedschap een zaak van vertrouwen. Onder Uw gereedschap bevinden zich waarschijnlijk een of meer tangen van zeer goede kwaliteit. Kijkt U dan naar het merk van een dergelijke tang en koopt dan bij voorkeur gereedschappen van dit - U bekende - merk.

A. Beslist noodzakelijk - Voor elke monteur

1. Combinatie-tang

Met deze tang kan men knijpen resp. buigen (a in fig. 1)
pijp vastknijpen (b in fig. 1)
knippen (c in fig. 1)

2. Langebektang (fig. 2)

Combinatietang

Fig. 1

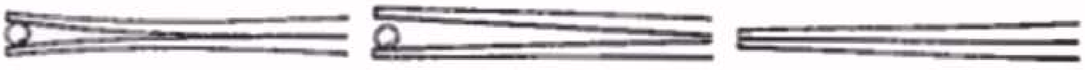
Lange bektang

Fig. 2

Zijsnijtang

Fig. 4

Voor deze tang geldt zeker dat hij van prima staal moet zijn. Knijpen we tussen de uiterste punten b.v. een fietskogeltje (en knijpen we hard), dan moet de bek doorbuigen (fig. 3 a), en bij loslaten terugveren (fig. 3 b); m.a.w. na deze proef moet de tang weer goed sluiten (fig. 3c).



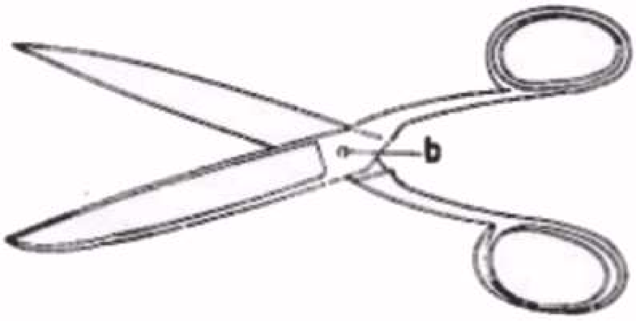
Als tussen de uiterste punten van de lange bektang een fietskogeltje geknepen wordt, moet de bek doorbuigen (a), bij loslaten terugveren (b) en na de proef weer goed sluiten (c).
Fig. 3

3. Zijsnijtang (fig. 4)

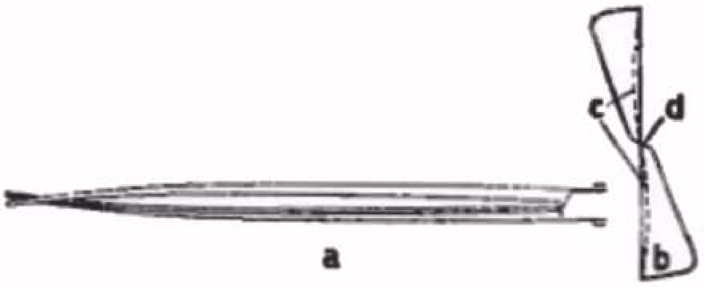
Ook deze tang moet van het allerbeste staal gemaakt zijn. Is het staal te zacht, dan deukt de bek in; is het te hard, dan springen er stukken uit.

4. Schaar (fig. 5)

De benen van een goede schaar staan enigszins rond (zie fig.6a), waardoor de benen zich juist op de plaats waar de schaar snijdt, tegen elkander aandrukken. Bij het knippen van papier b.v. is het dan niet mogelijk dat het papier ''omvouwt'' en (ongeknipt) plat tussen de benen van de schaar klem loopt. Zijn de benen wel rond en is de schaar goed geslepen, doch loopt het papier toch klem, dan is er te veel speling in de klinknagel b (fig. 5) gekomen. De remedie hiervoor is de klinknagel iets vaster klinken. Hierbij verdient het aanbeveling een flink stuk staal (zware hamer of bankschroef) als aambeeld te gebruiken.



Schaar
Fig. 5

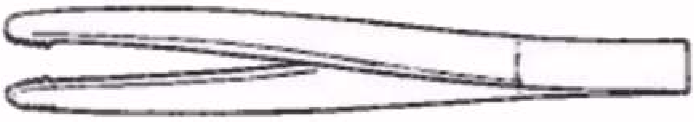


a. De stand van de benen van een schaar.
b. Bij het slijpen van een schaar moet alleen de snijkant d worden geslepen. Pas als de schaar oud wordt, kan het nodig zijn het vlak c bij te slijpen.
Fig. 6

Bij het slijpen van een schaar moet alleen de snijkant d (fig. 6 b) geslepen worden. Pas als de schaar zeer oud wordt, zal het nodig zijn om het vlak c bij te slijpen, zoals in fig. 6 b overdreven is voorgesteld door de stippellijn.

5. Pincet (fig. 7)

Ofschoon dit een der nuttigste gereedschappen is voor het radio-reparatiewerk, blijkt het pincet in veel werkplaatsen volkomen onbekend te zijn. De geringe aanschaffingskosten behoeven toch voor niemand een bezwaar te zijn.



Pincet
Fig. 7

6. Fitting-schroevedraaier (fig. 8)

Een goede fitting-schroevedraaier heeft een behoorlijk geisoleerd handvat. Behoorlijk geisoleerd betekent niet een houten handvat, maar b.v. een handvat van kunsthars.

Fitting-schroevedraaier met geisoleerd handvat.
Fig. 8

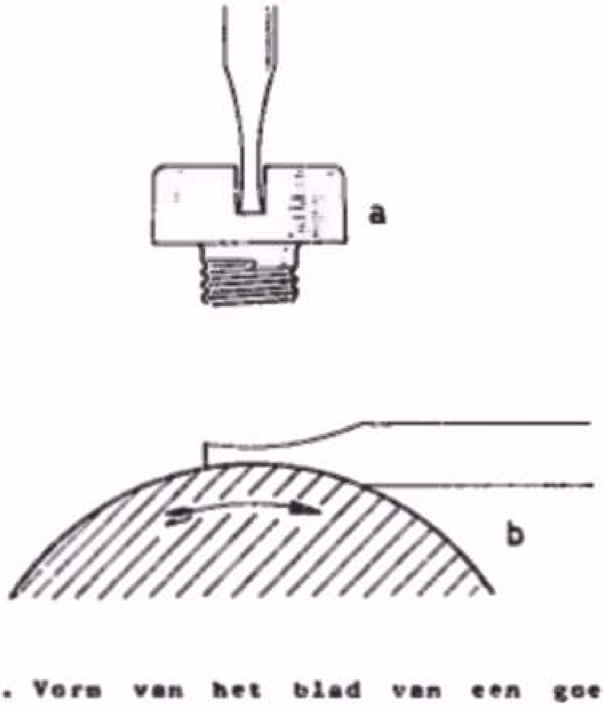
7. Schroevedraaiers 4 mm-6 mm (fig. 9)

Normale schroevedraaier.
Fig. 9

Er kan niet genoeg de nadruk op het feit gelegd worden, dat in iedere werkplaats een compleet stel schroevedraaiers aanwezig moet zijn en dat iedere monteur bovendien de beschikking moet hebben over een compleet stel schroevedraaiers tot en met 6 mm.

Het slijpen van een schroevedraaier.

Beschadigde schroefkoppen worden veroorzaakt door het gebruiken van een verkeerde maat schroevedraaier of door gebruik van een foutief geslepen schroevedraaier. Een goed geslepen schroevedraaier ziet er uit als in fig. 10a is weergegeven. Het blad is enigszins hol geslepen (in fig. 10a overdreven voorgesteld) en grijpt de schroef aan bij de bodem van de zaagsnede. Maar al te vaak wordt vergeten, dat de schroevedraaier een met precisie geslepen instrument is, dat met zorg dient te worden behandeld en dat zeker niet gebruikt moet worden om er kisten mee open te



a. Vorm van het blad van een goedgeslepen schroevedraaier.
b. Het slijpen van de schroevedraaier. Het gedeelte van de slijpsteen is gearceerd getekend.
Fig. 10

breken. In fig. 10b is het slijpen van een schroevedraaier voorgesteld; hierin is het gedeelte van de slijpsteen gearceerd getekend.

8. Schroevedraaier 30 cm lang (fig. 11)

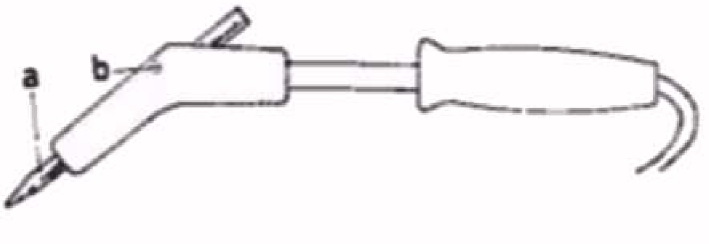
Lange schroevedraaier voor het afnemen van knoppen.
Fig. 11

Deze schroevedraaier dient voor het afnemen van knoppen en het hanteren van kleine schroeven op moeilijk bereikbare plaatsen.

In verband met de laatstgenoemde toepassing is het dikwijls handig het metaal van de schroevedraaier magnetisch te maken. Dit doet men door de schroevedraaier even langs de magneet van een electro-dynamische luidspreker te strijken.

9. Soldeerbout 70-100 W (fig. 12)

Voor radio-reparatiewerk is een soldeerbout van 70-100 W het meest geschikte type. Men kan deze bouten zonder bezwaar de gehele dag laten aanstaan, zodat ze direct voor gebruik gereed zijn.



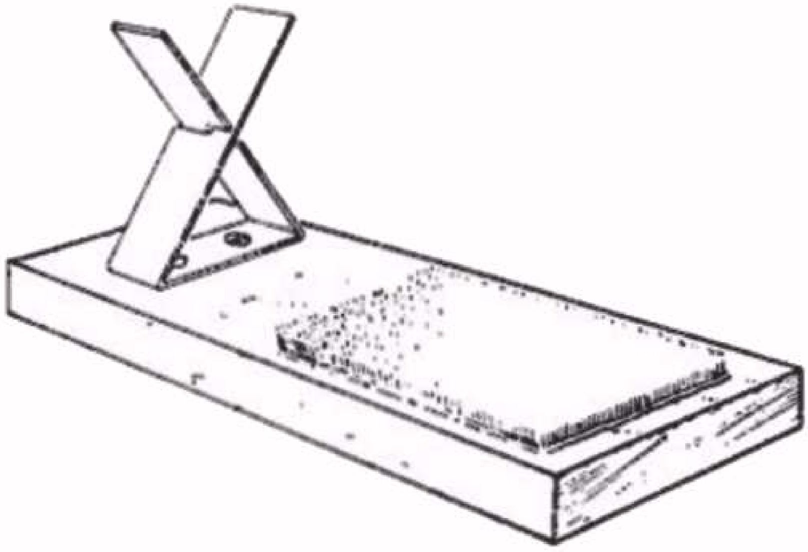
Electrische soldeerbout.
Fig. 12

Bij het in gebruik nemen van de soldeerbout moet de stift over het met a aangegeven gedeelte goed vertind worden. Men doet dit, door de stift goed schoon te maken (met een vijlenborstel), daarna de bout goed warm te laten worden en er harskernsoldeer op te laten smelten. Wanneer de soldeer niet geheel uitvloeit en er zich nog ''droge plekken'' op bevinden, waar de soldeer niet pakt, moet de bout in warme toestand met een katoenen doek worden afgeveegd en eventueel worden afgeborsteld. Vervolgens wordt het gedeelte a weer vertind, waarbij de soldeer in het bijzonder op de ''vuile'' plek wordt gehouden. Deze bewerking moet net zo lang herhaald worden, tot de gehele punt overal met een mooie goed gevloeide laag tin bedekt is.

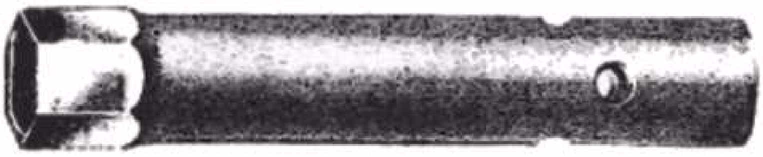
Door de warmte ontwikkelt zich op de stift oxyde, de z.g. hamerslag, dat van tijd tot tijd, minstens eenmaal per week of beter nog eens per dag verwijderd moet worden. Hiertoe wordt het schroefje b (soms zijn er twee of zelfs drie van deze schroefjes) losgedraaid en de stift (in warme toestand) uit het element genomen. Daarna wordt de soldeerbout uitgeschakeld, aangezien het element in ''onbelaste'' toestand oververhit zou kunnen worden. De stift wordt daarna met een fijne staalborstel afgeborsteld (vijlenborstel) en vervolgens weer ingezet. Bij iedere soldeerbout dient een houder aanwezig te zijn, zoals beschreven is op blz. 6 van les 39 (nogmaals afgebeeld in fig. 13).

10. Dopsleutel voor moeren van electrolytische condensatoren.
Code No. 09 994 07 (fig. 14)

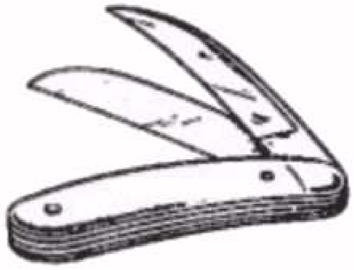
Voor het losdraaien van de moeren van electrolytische condensatoren is het gebruik van een speciale dopsleutel een eerste vereiste. Men ga niet met schroevedraaier en hamer tewerk. Mogelijk zou alleen de hamer dit proces overleven.



Houder voor de soldeerbout, met vijlenborstel.
Fig. 13



Dopsleutel voor electrolytische condensatoren.
Fig. 14



Zwaar knipmes.
Fig. 15

11. Zwaar knipmes (fig. 15

Ook dit instrument blijkt in sommige werkplaatsen te ontbreken. Het mes is echter onmisbaar voor het snijden van isolatiemateriaal, het verwijderen van isolatie van geïsoleerde draden enz.

12. Keelspiegel. Code Nr. 09 990 20 (fig. 16)

Dit instrumentje is zeer handig om te gebruiken op plaatsen, welke anders onzichtbaar zouden blijven b.v. voor het lezen van de waarden van weerstanden en condensatoren, welke met het stempel naar de chassis-zijde zijn gemonteerd, voor inspectie van golfbereik-schakelaars enz.

Keelspiegel
Fig. 16

Keelspiegels worden in twee soorten vervaardigd:

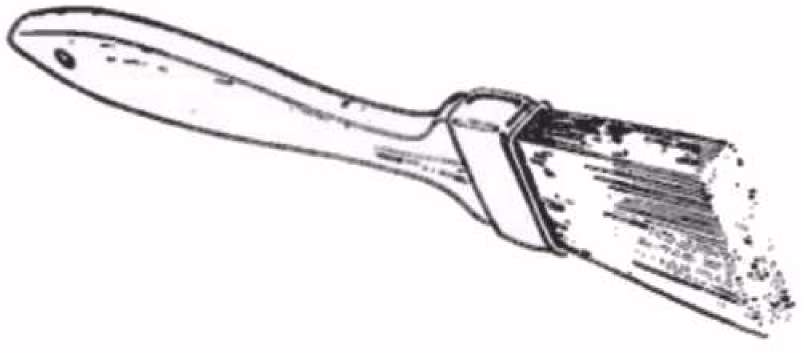
a. met een metalen spiegeltje van gepolijst chroom of gepolijst tin,
b. met een glazen spiegeltje.

Bij voorzichtige behandeling zijn de metalen spiegeltjes, vooral die van tin, de beste. Men gebruike uitsluitend vlakke spiegel-

tjes, dus geen holle of bolle, welke een vervormd en dikwijls onvoldoende verlicht beeld geven.

13. Stofkwast (fig. 17)

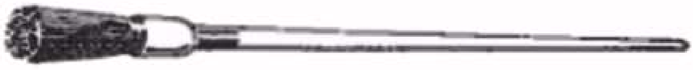
Vooral oudere apparaten zijn dikwijls zo stoffig, dat ze voor reparatie gereinigd moeten worden. Een stofzuiger in combinatie met de stofkwast doet dit werk vanzelfsprekend hygienischer, sneller en grondiger.



Stofkwast.
Fig. 17

14. Kwastje voor het reinigen van schakelaars (fig. 18)

De haren van dit kwastje moeten een middelmatige hardheid hebben. Zijn ze te zacht, dan kunnen we met dit kwastje het vuil niet verwijderen. Zijn ze te hard, dan bestaat het gevaar voor het verbuigen van de contacten.

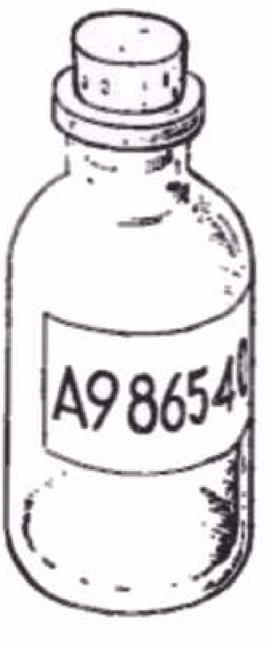


Kwastje voor het reinigen van schakelaars.
Fig. 18

15. Flesje schakelaar-vloeistof. Code No. A9 865 40. (fig. 19)

Voor het schoonmaken van schakelaars maken we gebruik van deze vloeistof. Het is samengesteld uit speciale smeer-en oplosmiddelen. Wanneer we met een kwastje, gedompeld in deze vloeistof, een schakelaar afborstelen, lost het vuil op en wordt het dus verwijderd. Van de achterblijvende vloeistof verdampen de oplosmiddelen, zodat alleen de smeermiddelen achterblijven en de contacten worden gesmeerd. Gedurende het reinigen van golfbereikschakelaars moeten deze door draaien aan de knop worden bewogen, zodat de contacten beter met de vloeistof in aanraking komen en dus beter gereinigd worden.

Voor het reinigen van schakelaars mag nimmer trichlooraethyleen (''tri'') of tetrachloorkoolstof (''tetra'') worden gebruikt. In dat geval kunnen er chloordelen op de contacten achterblijven, waardoor de schakelaar na korte tijd bedorven zal zijn. Chloor tast n.l. in sterke mate het zilver van de contacten aan.



Flesje schakelaarvloeistof.
Fig. 19

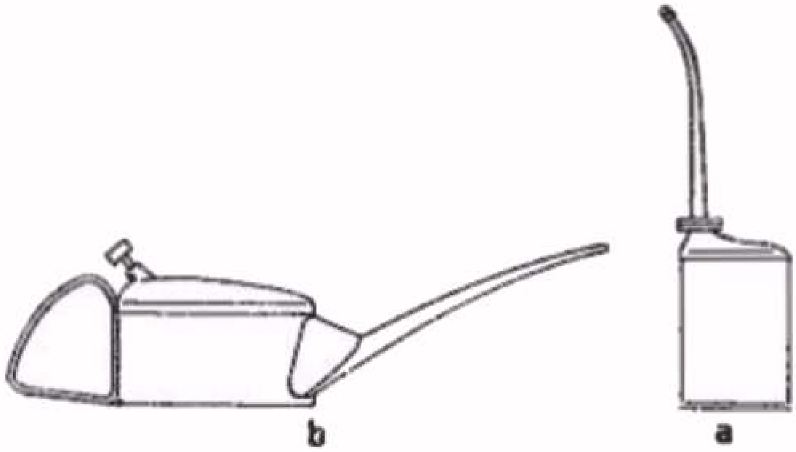
16. Flesje tetrachloorkoolstof (fig. 20)

Deze vloeistof wordt *niet* voor het reinigen van schakelaars gebruikt, doch wel voor veel andere doeleinden, zoals verwijderen van vlekken uit luidsprekerdoek, oplossen en verwijderen van hard

geworden smeervet in lagerbussen, enz. Omdat de dampen van deze vloeistof ongezond zijn, doen we er goed aan, dit in een goed gesloten flesje te bewaren.

Flesje tetra.
Fig. 20

17. Oliekannetje met lichte olie (fig. 21 a en b)

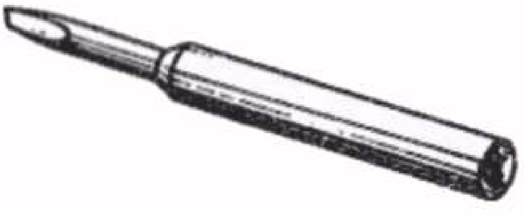


a. Oliespuitje.
b. Oliekan met drukknop.
Fig. 21

Als U olie nodig hebt, koop dan niet ''ergens'' een of ander flesje fiets- of naaimachineolie, maar ga liever naar een tankstation (Shell, Esso, enz.) en koop daar een blikje auto-olie SAE-20. U krijgt dan niet alleen een betere soort olie, doch U bent bovendien veel goedkoper uit. Het oliespuitje van fig. 21a is ideaal voor het smeren van fietsdynamo's, wijzers van ontvangtoestellen, het mechanische deel van sommige schakelaars (arrêtgedeelte), enz. De oliekan met drukknop van fig. 21b leent zich beter voor het smeren van grotere delen, zoals kettingen, kortom van plaatsen, waar meer olie nodig is.

18. Trimschroevedraaier. Code No. A9 600 12 (fig. 22)

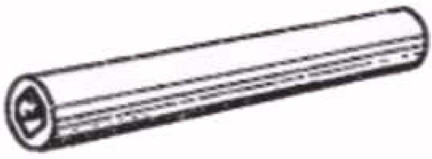
Deze schroevedraaier moet geheel van isolatiemateriaal zijn vervaardigd (b.v. kunsthars). In noodgevallen kan een aangesneden stukje bamboe goede diensten bewijzen.



Trim-schroevedraaier.
Fig. 22

19. Trimdopsleutel. Code No. 23 981 02 (fig. 23)

Deze trimsleutel, welke geheel van isolatiemateriaal moet zijn vervaardigd, dient voor het afregelen van de luchttrimmers.



Trim-dopsleutel.
Fig. 23

20. *a - 2 meetsnoeren*, elk 50 cm lang
b - 2 '' elk 75 cm lang
c - 2 '' elk 100 cm lang
d - 2 '' elk 125 cm lang

Meetsnoer.
Fig. 24

Deze meetsnoeren dient U zelf te maken van soepel geisoleerd snoer. Van elke lengte maakt U een snoer met twee zwarte stekers en een snoer met twee rode stekers. Het is zeer practisch om voor elke lengte een andere kleur snoer te gebruiken.

21. Dassenklemmen, opsteekmodel. (fig. 25)

Deze klemmen zijn bij a voorzien van een busje, zodat ze op de stekers van de meetsnoeren (20) gestoken kunnen worden. Omdat 4 meetsnoeren 8 stekers hebben, hebben we dus 8 dassenklemmen nodig.

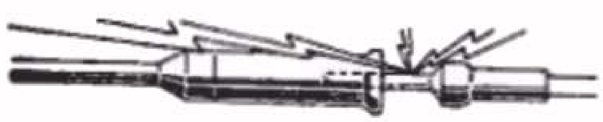
Dassenklem - opsteekmodel.
Fig. 25

22. Opsteekbare testpennen (fig. 26)

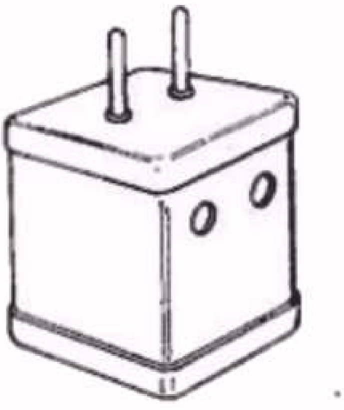
Hiervan zijn 2 stuks nodig, bij voorkeur 1 zwarte en 1 rode. Bij het kopen van deze testpennen moet men erop letten, dat:

Opsteekbare testpen.
Fig. 26

a. ze goed geisoleerd zijn,
b. de stekers van de meetsnoeren goed sluitend in de bus a passen,
c. als de steker in bus a is geplaatst, het geheel zonder bezwaar aangeraakt kan worden. Er zijn n.l. testpennen in de handel, waarbij bus a niet voldoende diep is, zodat de steker niet ver genoeg kan worden ingestoken. Bij het werken met een dergelijke testpen loopt men dus de kans een schok te krijgen.



Voorbeeld van een ondeugdelijke testpen. De steker kan niet voldoende ver in de bus gestoken worden.
Fig. 27



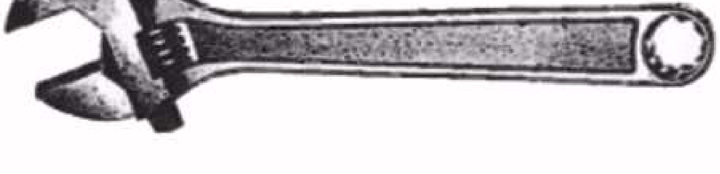
Trimtransformator.
Fig. 28

23. Trimtransformator. Code No. A9 865 27.0 (fig. 28)

Het gebruik van deze transformator is reeds in les 18 beschreven.

Niet noodzakelijk, doch zeer gewenst - Voor elke monteur

24. Verstelbare moersleutel tot 25 mm bekwijdte (Fig. 29).



Verstelbare moersleutel.
Fig. 29

25. Ronde buigtang (fig. 30)

26. Platte buigtang (fig. 31)

27. Kopkniptang (fig. 32)

Zie hiervoor ook de opmerkingen bij No. 3 (zijsnijtang).

Ronde buigtang.
Fig. 30

Platte buigtang.
Fig. 31

Kopkniptang.
Fig. 32

28. Zware schroevedraaiers van 8 en 10 mm

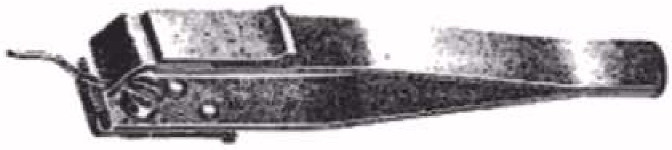
Zie hiervoor ook de opmerkingen bij No. 7a en b.

29. Haakse schroevedraaier. Code No. 09 990 36 (fig. 33)

Haakse schroevedraaier
Fig. 33

Deze schroevedraaier wordt gebruikt voor schroeven op moeilijk bereikbare plaatsen. Dank zij deze schroevedraaier is het in sommige gevallen niet nodig, het chassis uit de kast nemen (b.v. voor het uitwisselen van sommige potentiometers), zodat het aanschaffen van dit stuk gereedschap zeker verantwoord is.

30. Draadstripper (fig. 34)

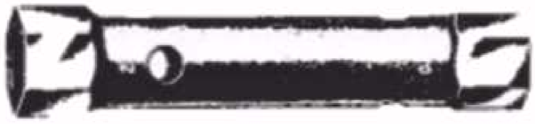


Draadstripper
Fig. 34

Als men voor het verwijderen van de isolatie van montagedraad een mes gebruikt moet men altijd zeer voorzichtig tewerk gaan. Het ge-

vaar bestaat n.l. dat men niet alleen de isolatie, doch ook de draad zelf gedeeltelijk doorsnijdt. Nadat men dan de draad keurig gesoldeerd heeft, breekt deze op de halfdoorgesneden plaats af en moet men weer opnieuw beginnen; of hij breekt na enige dagen af en dan is de klant boos!

De draadstripper doet dit werk niet alleen veel sneller, doch ook veel beter. Beschadiging van de draad is hierbij uitgesloten.



Dopsleutel
Fig. 35

Steeksleutel
Fig. 36

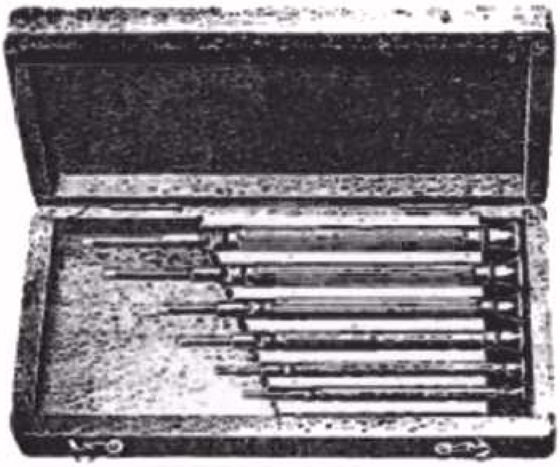
31. Dopsleutels voor M 2,6, - M 3 - M 4 - M 5 moeren (fig. 35)

32. Steeksleutels voor M 2,6 - M 3 - M 4 - M 5 moeren (fig. 36)

Dikwijls worden steeksleutels twee aan twee gecombineerd. Men heeft dan bijvoorbeeld aan de ene zijde van de sleutel M 2,6, aan de andere zijde M 3.

33. Een doosje met horlogemakers-schroevedraaiers (fig. 37)

Vooral voor klein mechanisch werk is het zeer handig over een stel zeer kleine schroevedraaiers te beschikken. Er zijn doosjes met 4, 5 resp. 6 kleine schroevedraaiers hiervoor in de handel.



Een doosje met horlogemakers-schroevedraaiers.

Fig. 37

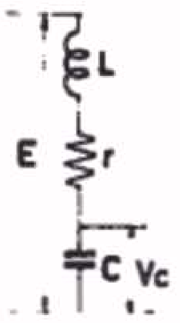
VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Hoeveel stroom mag men maximaal door een 2W-weerstand van 50 Ohm laten passeren en hoeveel spanning mag men maximaal zetten op een 1W-weerstand van 50 kΩ ?

2. In nevenstaande schakeling is gegeven:

   E = 1 V
   L = 1 mH
   C = 22,5 pF
   r = 20 Ohm

   De seriekring is in resonantie met de frequentie van de generator E. Bereken de spanning V_C over de condensator C.



3. Van een superheterodyne ontvanger is de middenfrequentie 500 kHz. Welke is de oscillatorfrequentie, wanneer men een zender met een golflengte van 1000 m ontvangt. (Oscillatorfrequentie is hoger dan de ontvangen frequentie).

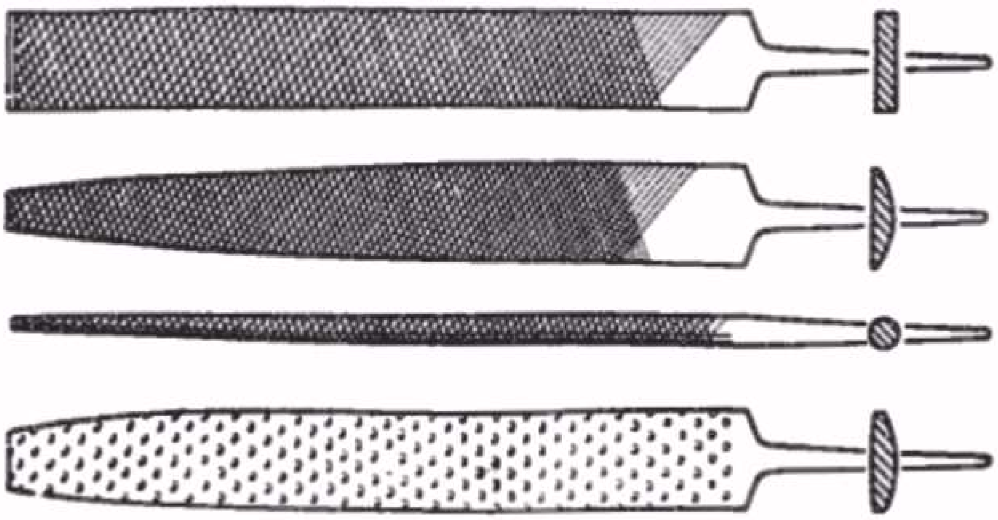
4. De anodestroom van een buis bedraagt 6 mA en de schermroosterstroom 1,5 mA. De schermroosterspanning is 75 V lager dan de anodespanning. Beide spanningen worden van de zelfde voedingsbron betrokken, waarbij de verlaagde schermroosterspanning wordt verkregen via een serie-weerstand. Hoe groot moet deze weerstand zijn en voor welk vermogen?
   Hoe groot moet men de in de kathodeleiding opgenomen weerstand maken als de negatieve roosterspanning 3 V moet zijn.

141. Gereedschappen (voortzetting)

Gereedschappen voor het gewoon gebruik - Beslist noodzakelijk

1/4. Vijlen (fig. 1a-d)

Vijlen worden onderscheiden naar de vorm (blok-, ronde en halfronde-vijl, enz.) en naar de aard van het oppervlak. Een grove vijl wordt een *basterdvijl* genoemd, een middelmatig grove vijl heet *half-zoet* en een *fijne* vijl wordt *zoet* genoemd.



a. Blokvijl; b. Halfronde vijl; c. Ronde vijl; d. Rasp.
Fig. 1

Een *rasp* is een vijl, die nog grover is dan de basterdvijl. Voor het bewerken van hout is een rasp onmisbaar.

Als een vijl niet regelmatig wordt schoon gemaakt, raakt het oppervlak verstopt, zodat de vijl onbruikbaar is. Dit geldt vooral voor de fijnere vijlen. Vooral deeltjes van zacht metaal, b.v. aluminium, messing, lood of tin zijn zeer moeilijk te verwijderen. Het is daarom verstandig voor het vijlen van deze zachte metalen geen zoet-vijl of zelfs een half-zoet vijl te gebruiken. Deze fijnere vijlen zouden na zeer korte tijd volkomen onbruikbaar worden.

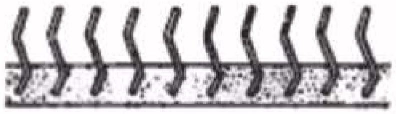
Voor het schoonmaken van vijlen maakt men gebruik van een vijlenborstel.

5. Vijlenborstel (fig. 2)

Vijlenborstel
Fig. 2

Deze bestaat uit een plankje met handvat, waarop een stukje vijlenborstel is gespijkerd. De eigenlijke borstel bestaat uit een dikke laag textiel, waarin zich stalen krammetjes bevinden (fig. 3). Wij kennen deze borstel reeds van de houder voor de soldeerbout. De vijlenborstel is niet alleen nood-

zakelijk voor het onderhoud van vijlen, doch is eveneens ideaal voor het reinigen van de soldeerbout, voor het verwijderen van roest, oppoetsen van gereedschap enz.



Detail van de constructie van de vijlenborstel

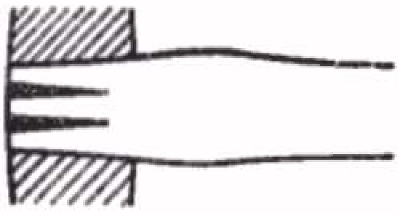
Fig. 3

6. Hamers van 200 gr en 500 gr (fig. 4)

Onder het gewicht van een hamer verstaat men het gewicht van het metalen gedeelte *a*. De steel *b* moet gemaakt zijn van essenhout, een zeer veerkrachtige houtsoort. Om de steel goed in het metalen gedeelte te bevestigen, worden door de fabriek in de kop bij c een of twee metalen wiggen gedreven (zie fig. 5). Aangezien deze wiggen een voorwaarde zijn voor een duurzame bevestiging, is het zaak, bij aankoop van een hamer, hierop te letten. Voor de werkplaats neme men uitsluitend de hamer, zoals in fig. 4 is afgebeeld. Alleen timmerlieden gebruiken een z.g. klauwhamer (fig. 6).

Hamer

Fig.4



Bevestiging van de hamer aan de steel door middel van 2 metalen wiggen.

Fig. 5

Klauwhamer

Fig. 6

7. Centerpons (fig. 7)

Voor men een gat gaat boren, moet het centrum van het gat worden voorgeslagen met een z.g. centerpons. Dit dient om te voorkomen, dat de boor tijdens het boren verloopt. Bij de centerpons wordt de kleine hamer (200 gr) gebruikt.

Centerpons

Fig. 7

8. Cylindrische doorslag 3 mm Ø (fig.8)

Deze doorslag wordt eveneens samen met de kleine (200 gr) hamer gebruikt voor het doorslaan (naslaan) van spijkers. Slaat men namelijk een spijker in het hout, dan blijft de kop altijd uitsteken. Met de doorslag wordt nu de kop van de spijker tot in het hout gedreven.

Cylindrische doorslag

Fig. 8

9. Koubeitel (fig. 9)

Deze dient voor het afhakken van metaal en steen. Hierbij wordt de zwaardere hamer van 500 gr gebruikt.

Koubeitel
Fig. 9

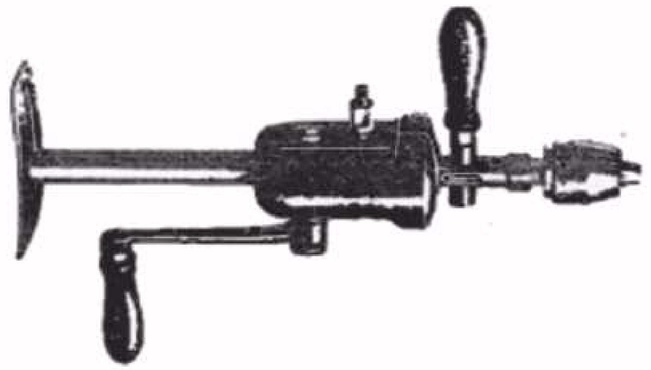
10. Handboormachine tot 9 of 12 mm (fig. 10 - 11)

Een boormachine wordt onderscheiden naar de capaciteit van de boorkop, m.a.w. naar de diameter van de grootste boor die er in kan. Boormachines met een capaciteit van groter dan 6 à 7 mm moeten voorzien zijn van een mechanisme, waarmede de overbrengverhouding van de tandwielen kan worden gewijzigd. Zulke boormachines hebben dus twee snelheden. De reden is, dat men bij een grote overbrengverhouding wel een sneldraaiende boor krijgt, die echter maar weinig kracht kan ontwikkelen (goed voor dunne boren). Voor het boren met dikke boren is meer kracht nodig, hetgeen dan een kleinere snelheid met zich brengt.

Handboormachine
Fig. 10

Bij handboormachines met twee snelheden beschikt men dus over twee mogelijkheden:

a. de boor draait snel met weinig kracht,
b. de boor draait langzaam met veel kracht.



Borstboormachine
Fig. 11

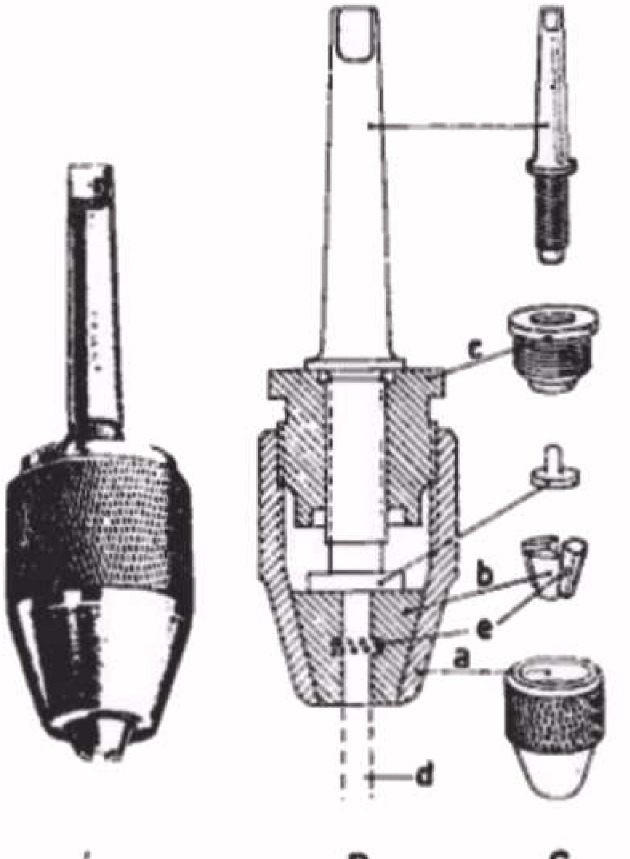
Indien de boormachine in plaats van een handvat een steel met vlakke plaat heeft (zie fig. 11), spreken we van een borstboormachine. Deze borstboormacbine is wel de meest algemeen gebruikte en met reden. Door met het lichaam tegen de plaat *p* (in fig. 11) te drukken, kan men met deze machine een grote kracht ontwikkelen. Er zijn machines in de handel met geheel gesloten tandwielkast (goede smering en weinig onderhoud) en met open tandwielen (hierbij moet men er op passen, dat niets tussen de tandwielen geraakt).

De boorkop is in fig. 12 geschetst. In het kophuis *a* bevinden zich 3 blokjes *b*, welke naar de kopopening worden gedrukt als de kop verder op het draadeinde *c* wordt geschroefd. Omdat de binnenzijde van het kophuis taps is, worden de blokjes naar elkander toe gedrukt, waardoor zij de boor *d* zullen vastklemmen. De blokjes worden op hun plaats gehouden door 3 drukveertjes *e*. Deze veertjes drukken de blokjes tegen de conische binnenzijde van het huis. Wanneer de kop nu los geschroefd wordt, zullen de blokjes langs de conische binnenwand terug glijden, waarbij ze zich steeds tegen

het draadeinde c zullen drukken. Bij het kopen van een boormachine moet men er zich beslist van overtuigen, dat dit systeem inderdaad goed werkt, d.w.z. dat de blokjes niet los liggen en ze bij het losdraaien van de kop inderdaad terug glijden.

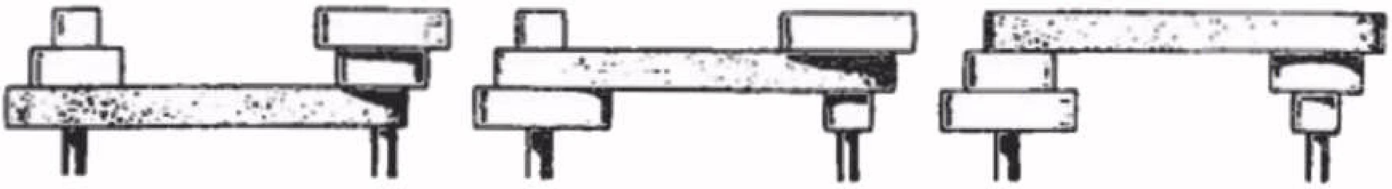
11. Electrische tafelboormachine tot 12 mm

Deze machines zijn in zoveel modellen en prijzen in de handel, dat het ondoenlijk is, in dit korte bestek een gedetailleerde beschrijving te geven. Een van de voornaamste verschillen tussen de diverse typen is wel de manier, waarop de boor naar het werkstuk wordt bewogen. Bij sommige machines beweegt namelijk niet de boor naar beneden, doch moet men de boortafel met het werkstuk door middel van een hefboom naar boven bewegen. Deze constructie is in het algemeen niet zo stabiel als de normale, waarbij men de boorspil met boor door middel van een hefboom op het werkstuk drukt.



A. Afbeelding van een boorkop
B. Inwendige constructie van een boorkop
C. De onderdelen van de boorkop
a. Kophuis
b. Conische blokjes
c. Draadeinde
d. Boor
e. Drukveertjes

Fig. 12



Grote snelheid — Gemiddelde snelheid — Geringe snelheid

De verschillende posities van de aandrijfsnaar voor 3 verschillende draaisnelheden van de boor

Fig. 13

Voor het boren van gaten groter dan 6 à 7 mm Ø is het van belang, dat men de draaisnelheid van de boorspil kan verminderen. Dit gebeurt meestal door de aandrijfsnaar op een ander gedeelte van de trapsgewijze aangebrachte riemschijven te leggen (zie fig. 13).

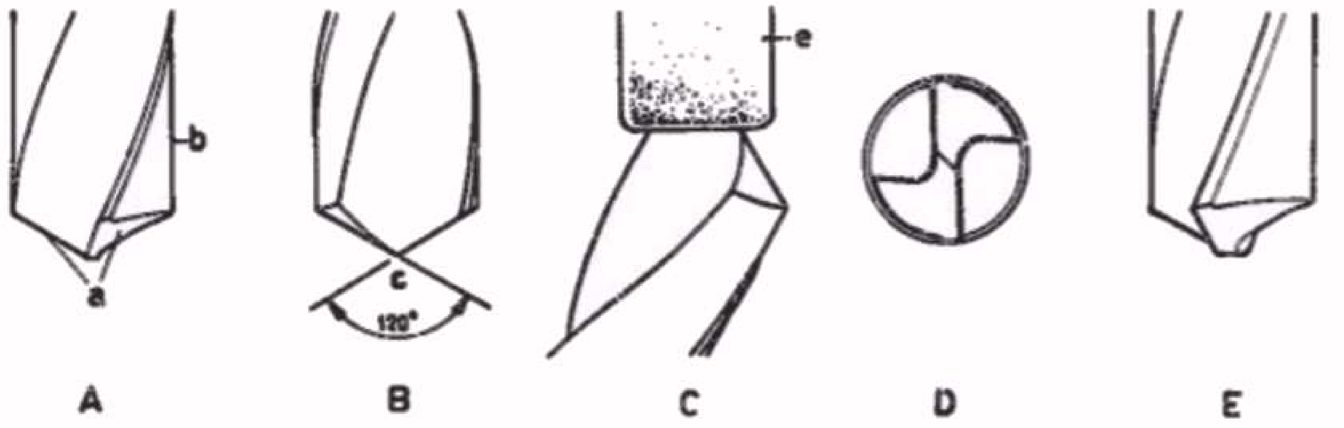
Voor bijzonderheden over de boorkop, zie men onder ''Handboormachines''.

12. Spiraalboren 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 3,5 - 4 - 4,5 - 5 - 5,5- 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 mm

Men neme uiteraard geen grotere boren in voorraad dan de boorkop van de betreffende boormachine toelaat. Het heeft b.v. weinig zin om boren van 12 mm Ø te kopen, als de boorkop slechts boren tot 9 mm Ø kan verwerken.

Het slijpen van boren

Als men nieuwe spiraalboren koopt, zijn deze doorgaans feilloos geslepen en voor direct gebruik gereed. De boren zullen echter bij het gebruik slijten, zodat het nuttig is enige wenken voor het slijpen van de boren te geven. Bij het slijpen wordt uitsluitend het vlak *a* (zie fig. 14A) geslepen, nimmer zijde *b*. Dit laatste zou de boor volkomen onbruikbaar maken. De hoek *c* (in fig. 14B), de z.g. slijphoek, moet voor het boren van zacht staal ca. 120° bedragen. Voor andere materialen bestaan er in theorie



A. Onderzijde van een spiraalboor. Hiervan wordt uitsluitend het vlak a geslepen.
B. De slijphoek bij een boor voor zacht staal moet ca. 120° bedragen.
C. Het ''aanpunten'' van een boor met behulp van een slijpschijf e.
D. De ''lippen'' van een goed geslepen boor moeten volkomen gelijkvormig zijn.
E. De ''lippen'' moeten tenslotte een weinig teruggeslepen worden.

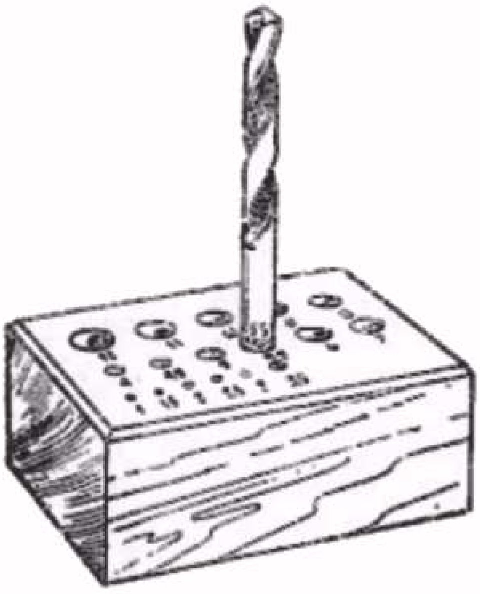
Fig. 14

andere slijphoeken; zo is de slijphoek voor het boren van philite b.v. 90°. Aangezien in de werkplaats meestal zacht staal geboord zal worden, is het raadzaam alle boren op een hoek van 120° te slijpen. Als men een beetje voorzichtig te werk gaat, kan men met deze boren dan ook wel andere materialen zoals philite boren.

Nadat een boor opnieuw is ''aangepunt'' met behulp van de slijpschijf *e* (fig. 14C) moeten de beide ''lippen'' volkomen gelijkvormig zijn (fig. 14D). Hierna moeten de ''lippen'' een weinig teruggeslepen worden zoals is aangegeven in fig. 14E.
Bij dit terugslijpen kan men het beste een nieuwe boor als voorbeeld bij de hand houden. Dit toont U beter dan de beste tekening, hoe de boor er uiteindelijk uit moet zien. Gedurende het slijpen mogen de boren niet te warm worden. Het staal wordt dan n.l. zacht en/of verliest zijn goede eigenschappen. Bij het boren van diepe gaten boort men derhalve niet te snel en licht de boor af

en toe uit het gat, zodat deze kan afkoelen. Ook kan men de boor koel houden door deze voortdurend te bevochtigen met z.g. boormelk. Deze melk wordt met een kwastje op de boor gebracht; bij gebrek aan boormelk kan men ook dunne olie nemen(bij zacht staal).

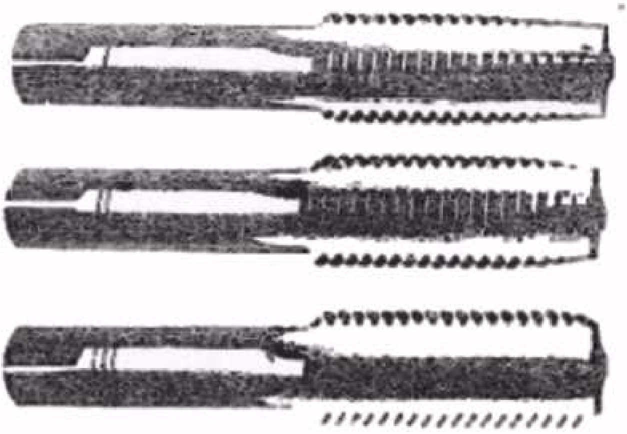
Boren worden het best bewaard in een hardhouten blok. Beukenhout leent zich hiervoor uitstekend. Men neme hiervoor geen eikenhout, omdat dit zuren bevat, welke de boren zouden aantasten. In het blok worden op regelmatige afstanden gaten geboord, zoals in fig. 15 is weergegeven. Voor iedere boor wordt een gat geboord, dat een maat groter is dan de boor, welke daarin geplaatst zal worden. Het gat voor de boor met 1 mm Ø wordt dus geboord met 1,5 mm Ø, enz.



Houten blok voor het bewaren van spiraalboren
Fig. 15

13. Stel tappen M2 - M2,6 - M3 - M4 (fig. 16)

Tappen worden meestal per stel van 3 in houten doosjes geleverd. Indien dit niet het geval is, bewaart men ze in een houten blokje op de zelfde wijze als de boren. Een stel tappen bestaat uit 3 stuks, welke doorgaans aan het ene einde zijn gemerkt met één of meer ringen. De eerste tap heeft 1 ring, de tweede 2 ringen, enz.

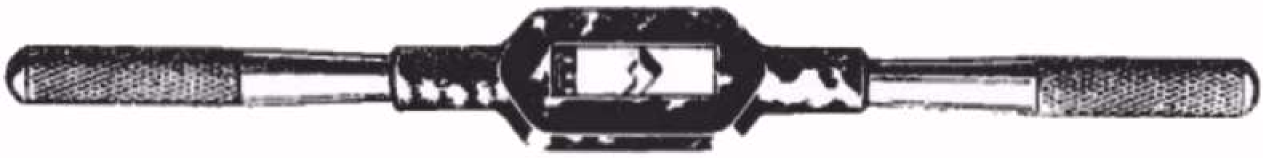


Een stel tappen
Fig. 16

Nadat het gat, dat men van schroefdraad wil voorzien, geboord is (met een diameter van 1,5 mm voor M2, 2 mm Ø voor M 2,6, 2,5 mm Ø voor M3, en 3,5 mm Ø voor M4) worden achtereenvolgens de tappen 1, 2 en 3 in en uit het gat gedraaid. Gedurende het tappen moet men de tap smeren met dunne olie en af en toe de tap even iets terug draaien,om zich ervan te vergewissen, dat deze niet vastloopt. Aangezien de dunne tappen vrij breekbaar zijn, ga men er voorzichtig mee te werk.

14. Taphouder (fig. 17)

Voor werkplaatsgebruik kan men het beste een verstelbare taphouder nemen.



Verstelbare taphouder

Fig. 17

Er zijn complete stellen in de handel bestaande uit houder, snijblokjes, tappen en taphouder, waarmee men dus ook schroefdraad op metalen stangetjes kan snijden

15. Slijpmachine

Dit is een van de belangrijkste apparaten, dat nodig is voor het onderhoud van boren, schroevedraaiers en ander gereedschap. Aangezien men de te slijpen werkstukken meestal met twee handen moet vasthouden, is de meest practische oplossing een electrische slijpmachine.

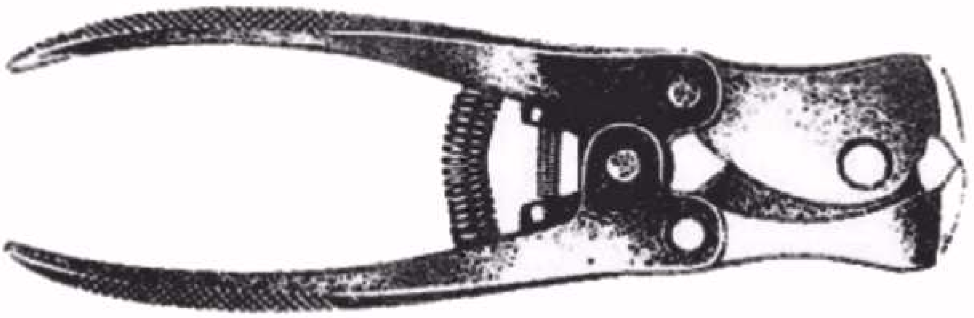
De slijpschijf moet een diameter hebben van ongeveer 10 à 12 cm en een dikte van 1,5 cm. Voor kleine werkplaatsen kan men eventueel volstaan met een electrische handboormachine met standaard. (Zie ook No. 28).

De boormachine wordt op een standaard bevestigd en een bij geleverde slijpschijf wordt op een eveneens bijgeleverde pen in de boorkop geklemd.

16. Stofbril

Bij het slijpen moeten de ogen beschermd worden tegen de rondvliegende slijp- en metaaldeeltjes. Voor dit doel zijn overal veiligheidsbrillen (eventueel stofbrillen) verkrijgbaar.

17. Hefboom-kniptang (fig. 18)



Hefboom-kniptang

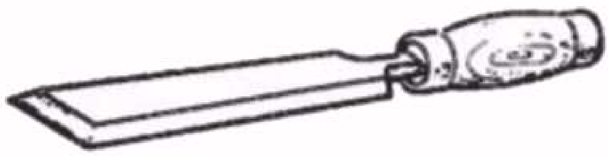
Fig. 18

Deze tang wordt ook wel krachttang of Herculestang genoemd. Door de hefboomwerking kan men met deze tang enorme kracht ontontwikkelen (men kan b.v. zonder meer assen van potentiometers doorknippen).

18. Vlakbeitel voor houtbewerking (fig. 19)

Deze beitel wordt uitsluitend gebruikt voor het bewerken van hout. Een hoogst enkele maal zal het nodig zijn, de beitel zacht-

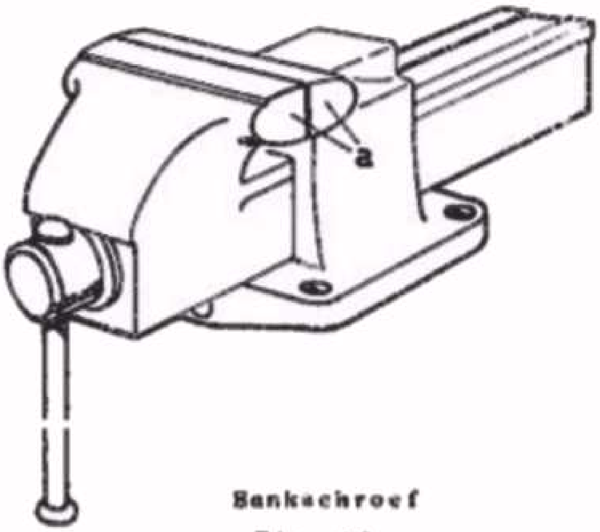
jes na te slaan met een houten hamer. Bij de aankoop van een beitel moet men er dus op letten, dat de houder (handvat) hiertegen bestand is. Sommige beitelhouders zijn aan de bovenzijde voorzien van een metalen ring, waardoor splijten is uitgesloten.



Vlakbeitel voor houtbewerking
Fig. 19

19. Bankschroef, ca. 10 cm breed (fig. 20)

Deze bankschroef dient op de werkbank voor mechanisch werk te worden gemonteerd; bij voorkeur boven of in de buurt van een der tafelpoten. Wanneer b.v. op het werkstuk in de bankschroef geslagen moet worden, zal het geheel beter ''dragen'' en minder trillen als de bankschroef zich boven een tafelpoot bevindt.



Bankschroef
Fig. 20

A. Klauwplaten van dun plaatstaal of messing
B. De klauwen van de bankschroef met aangebrachte klauwplaten.
Fig. 21

Teneinde de klauwen (a in fig. 20) van de bankschroef te beschermen (bij vijlen en zagen), maken we van een stuk plaatstaal of messing van ca. 1 mm dikte twee z.g. klauwplaten. (Fig. 21A). Deze worden over de klauwen van de bankschroef gelegd (zie fig. 21B). Nu is niet alleen de bankschroef beschermd, doch bovendien wordt het werkstuk beschermd tegen beschadiging door de bankschroefklauwen. Deze klauwen zijn n.l. in vele gevallen voorzien van fijne tanden of ribbels, waardoor het werkstuk beter wordt vastgehouden. De tandjes zijn echter later als puntjes in het werkstuk zichtbaar, wanneer geen beschermplaten zouden zijn gebruikt.

20. Houten of hardrubber hamer (fig. 22)

Deze wordt gebruikt voor het vlakken van dunne plaat, het naslaan van een houtbeitel, enz. Er zijn ook hamers in de handel, waarbij de houten kop is vervangen door een van kunsthars. Deze laatsten zijn speciaal geschikt om met beitels gebruikt te worden.

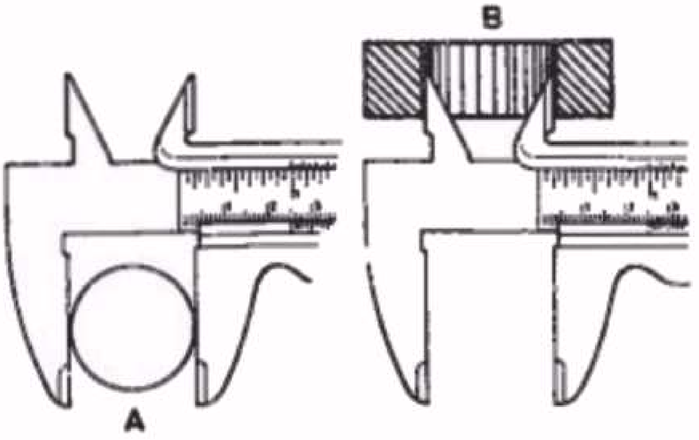
Houten of hardrubber hamer
Fig. 22

21. Schuifmaat (fig. 23)

Schuifmaat voor het meten van buitenwerkse, binnenwerkse en dieptematen

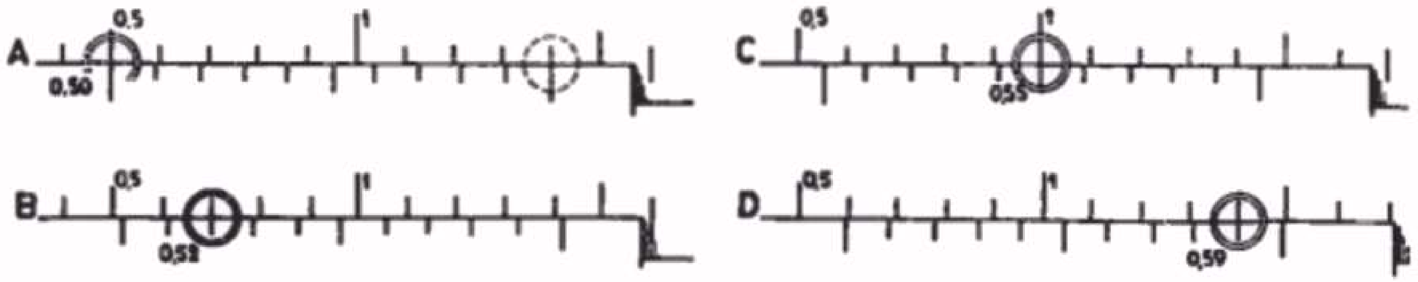
Fig. 23

De schuifmaat dient zowel om buitenwerkse als binnenwerkse maten van allerlei voorwerpen te meten. Voor het meten van de buitendiameter, dikte, lengte enz. wordt het voorwerp tussen de benen van de schuifmaat gebracht. De benen worden zover mogelijk naar elkander toegeschoven; het voorwerp mag echter niet ''klemmen''. (Fig. 24A). De dikte enz. is nu direct afleesbaar van de op de schuifmaat aangebrachte schaalverdeling. Voor het meten van binnenwerkse maten worden de ''bovenbenen'' van de schuifmaat naar elkander toegebracht. Daarna worden de benen in de te meten opening gebracht, waarna de benen zover mogelijk uitelkander geschoven worden. Op de schaalverdeling is nu de binnenwerkse afmeting van het voorwerp direct afleesbaar (Fig. 24B). De diepte van een bepaald gat kan men meten met de uitstekende stift.



A. Het meten van de buitendiameter van een voorwerp met de schuifmaat
B. Het meten van de binnendiameter van een voorwerp

Fig. 24



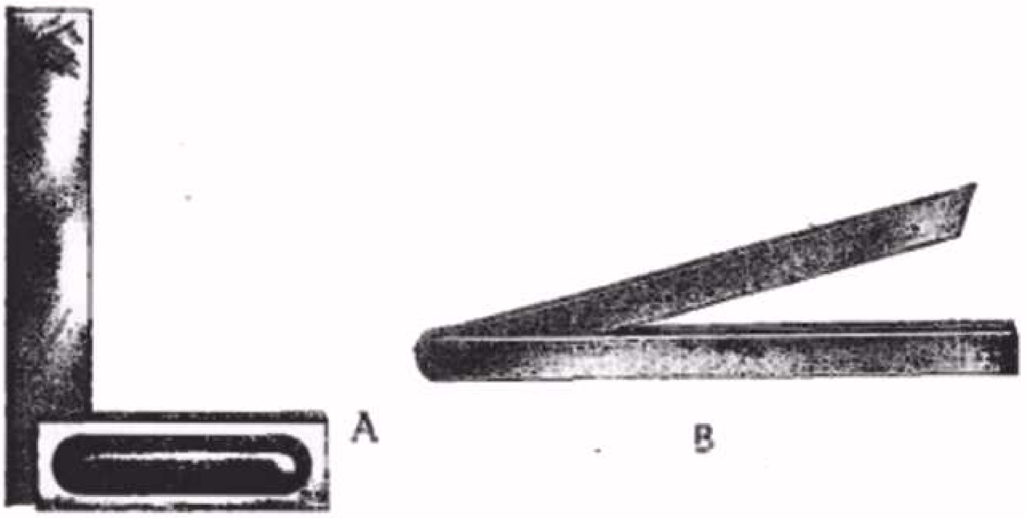
Vier verschillende posities van de nonius op de schuifmaat

A. Positie voor 5 mm
B. '' '' 5,2 mm
C. '' '' 5,5 mm
D. '' '' 5,9 mm

Fig. 25

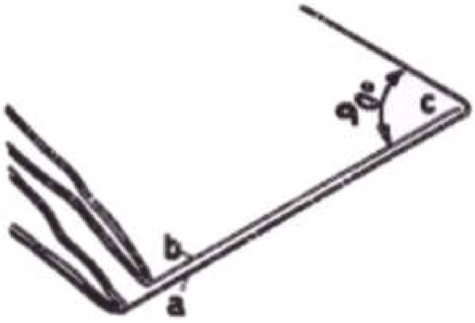
Het aflezen van de nonius (= precisieschaal) zal zonder meer duidelijk zijn na het bestuderen van de voorbeelden in fig. 25A-D.

22. Winkelhaak (fig. 26)



A. Vaste winkelhaak met aanslag
B. Verstelbare winkelhaak met aanslag
Fig. 26

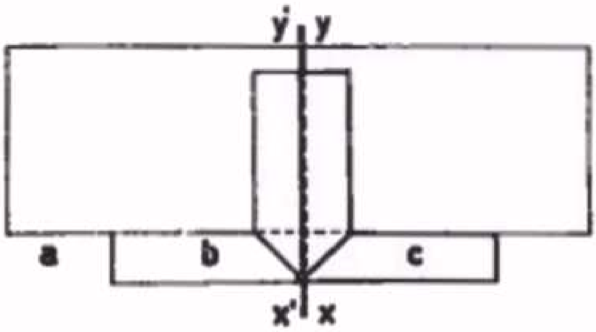
Deze worden in verschillende modellen gemaakt, met en zonder aanslag en al of niet verstelbaar. De niet-verstelbare met aanslag (fig. 26A) is de meest gebruikte. Soms is op het dunne been nog een maatverdeling aangebracht, zodat de winkelhaak tevens als liniaal kan worden gebruikt. Wil men er zich bij het kopen van een winkelhaak van vergewissen, dat de hoek inderdaad precies gelijk 90° is, dan kan men gebruik maken van het volgende hulpmiddel: men neme een stuk dun papier en vouwt dit dubbel. Dit dubbel gevouwen papier wordt nogmaals dubbel gevouwen, er daarbij oplettend, dat de zijden *a* en *b* (fig. 27) precies op elkander vallen. Bij c ontstaat dan een volkomen haakse hoek (90°) waarmee wij de winkelhaak kunnen vergelijken.



De controle van de haakse hoek (90°) van een winkelhaak met een dubbelgevouwen stuk papier
Fig. 27

Een andere eenvoudige controle is de volgende (zie fig. 28):

De winkelhaak wordt eerst in de positie b tegen een rechte rand a van een plank of tafel gelegd. De lijn xy wordt afgetekend Nu wordt de winkelhaak gewenteld (stand c), waarna de lijn x'y' moet samenvallen met de lijn xy die in stand b is getekend.

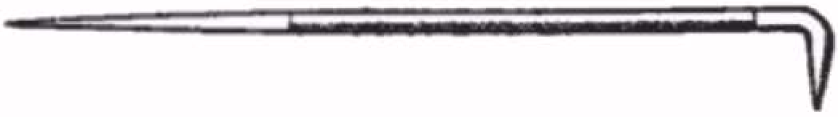


Controle van de haakse hoek van een winkelhaak langs de rechte kant van een tafel
Fig. 28

23. Kraspen (fig. 29)

De kraspen dient voor het

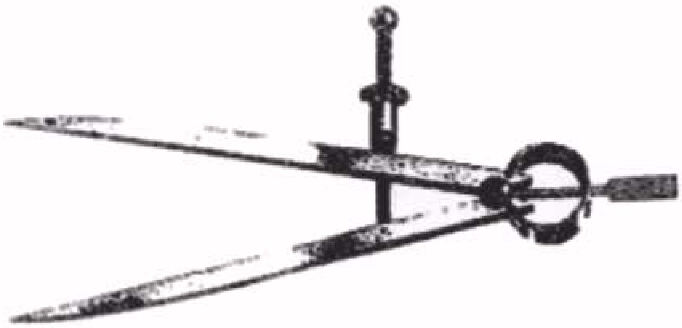
krassen van lijnen op isolatiemateriaal zoals pertinax, trolituul, polystyreen enz. Hiervoor mag immers nimmer een potlood worden gebruikt, daar potloodlijnen geleidend zijn.



Kraspen
Fig. 29

24. Steekpasser (fig. 30)

De steekpasser onderscheidt zich van een normale passer slechts hierin, dat beide benen van een metalen punt zijn voorzien.

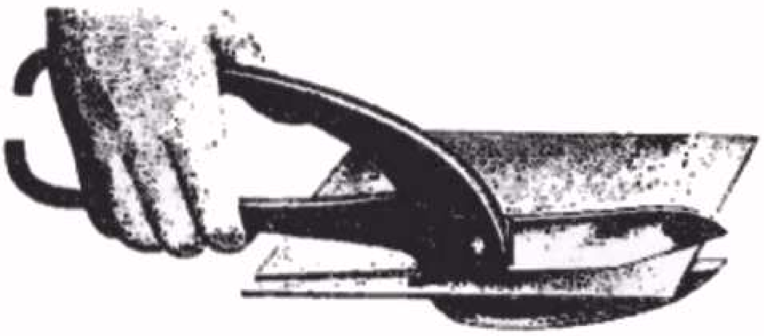


Steekpasser
Fig. 30

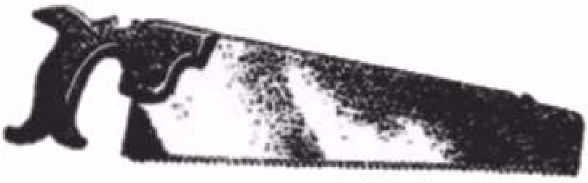
25. Blikschaar (fig. 31)

26. Handzaag (fig. 32)

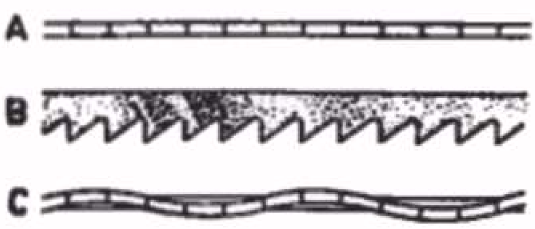
De meest gebruikte handzaag voor de werkplaats is een zaag van middelmatige grootte, die vrij grof gezet is. Onder het ''zetten'' van een zaag verstaat men het uitbuigen van de tanden. Dit is een zeer nauwkeurig werk, dat door een goede vakman dient te gebeuren. De tanden zijn om de beurt iets naar links en iets naar rechts gebogen (zie fig. 33). Een zaag is voldoende gezet, wanneer men tussen de tanden een gewone naainaald naar beneden kan laten glijden. Het zaagblad loopt dan goed vrij in de zaagsnede en klemt dus niet.



Blikschaar
Fig. 31



Handzaag
Fig. 32

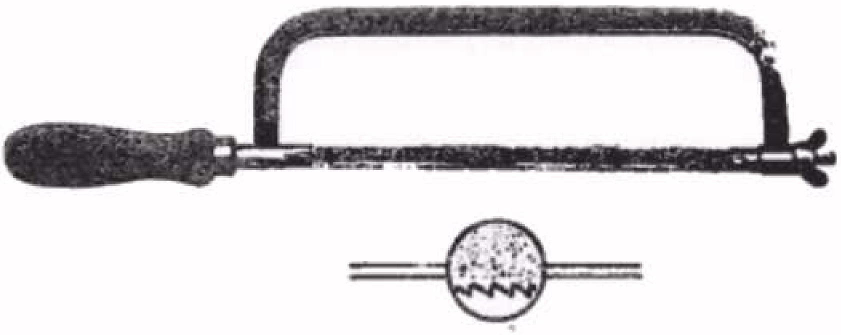


A. Bovenaanzicht van de zaag, voordat de tanden ''gezet'' zijn.
B. Zijaanzicht van de zaagtanden
C. Bovenaanzicht van de zaag, nadat de tanden ''gezet'' zijn.

Fig. 33

27. IJzerzaag met beugel (fig. 34)

Met de vleugelmoer kan men het zaagblad meer of minder spannen. Deze spanning luistert niet zo nauw; men spanne echter niet te vast, maar ook niet zo los, dat de zaag uit de beugel schiet. In fig. 34 is tevens sterk vergroot de richting van de tanden aangegeven.



IJzerzaag met beugel
Fig. 34

Niet-noodzakelijk, doch zeer gewenst - Voor algemeen gebruik.

28. Electrische handboormachine 6 à 9 mm (fig. 35)

Deze machine kan in veel gevallen de handboormachine van No. 10 vervangen (zie verder ook onder No. 11 en 15).

Er zijn tegenwoordig kleine electrische handboormachines verkrijgbaar met bijbehorende separate horizontale en verticale houder. In de horizontale houder geplaatst, kan de boormachine - na het opzetten van een slijpschijf of lappenschijf - als slijpmachine of polijstmachine worden gebruikt. In de verticale houder geplaatst vormt het geheel een tafelboormachine.

Het nadeel is, dat deze boormachines slechts op een, meestal zeer grote, snelheid kunnen werken. De hele combinatie moet dan ook gezien worden als een goedkope oplossing voor kleine werkplaatsen, welke anders niet tot het aanschaffen van een electrische tafelboormachine, slijpmachine enz. zouden overgaan. *)

Bij het aanschaffen van een electrische boormachine is het van belang erop te letten, dat deze is uitgerust met een drie-aderig aansluitsnoer. Een der aders is met het boormachinehuis verbonden en moet worden geaard. Ook moet erop worden gelet, dat de schakelaar, welke zich op de boormachine bevindt, een vastzetinrichting heeft, zodat men de schakelaar - bij ingeschakelde vastzetinrichting - los kan laten gedurende het boren. In de stand ''normaal'' springt deze schakelaar terug wanneer men hem loslaat, waardoor de motor wordt uitgeschakeld.

Electrische handboormachine met bijbehorende verticale houder
Fig. 35

*) Het is desnoods ook mogelijk, een electrische handboormachine in de bankschroef te klemmen, er met behulp van een dikke bout of spil een slijpschijfje op te monteren en het geheel als slijpmachine te gebruiken.

29. Avegaar 15 en 20 mm (fig. 36)

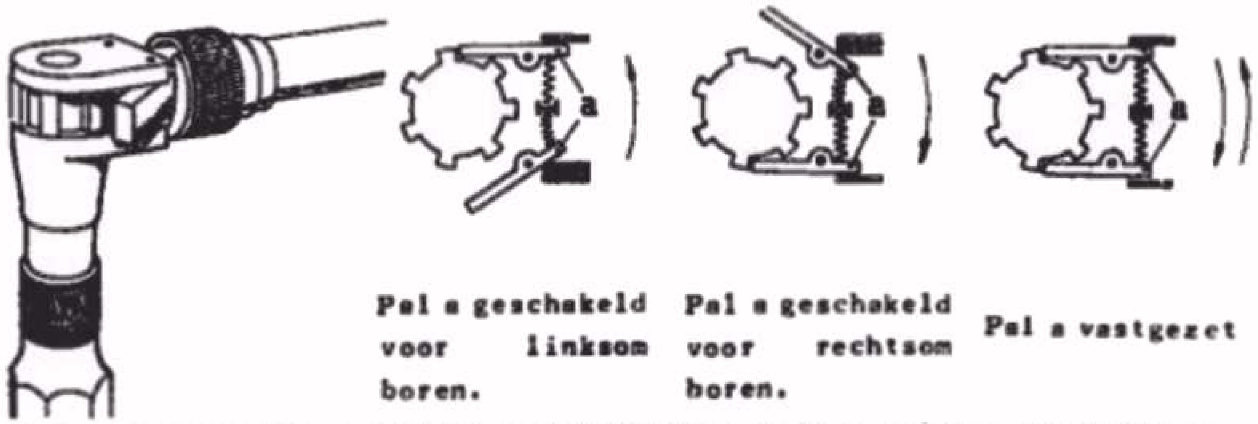
Voor het boren van lange gaten door plafonds, dubbele houten wanden enz. in verband met het doorvoeren van antennekabels of electrische leidingen, worden deze avegaars gebruikt.

Avegaar
Fig. 36

30. Omslagboor met centerboren (fig. 37)

Deze combinatie wordt gebruikt voor het boren van grote gaten in hout, board enz. en ook wel voor het uitsnijden van ronde gaten in blik. Omslagboren zijn in verschillende uitvoeringen verkrijgbaar, zowel met als zonder ratel. Deze ratel bestaat uit een omschakelbaar pal-mechanisme met behulp waarvan men op moeilijk bereikbare plaatsen en zelfs in hoeken kan boren (zie fig. 38). Het pal-mechanisme kan buiten werking worden gesteld (vastgezet), waarna het geheel als een normale omslagboor kan worden gebruikt.

Omslagboor
Fig. 37



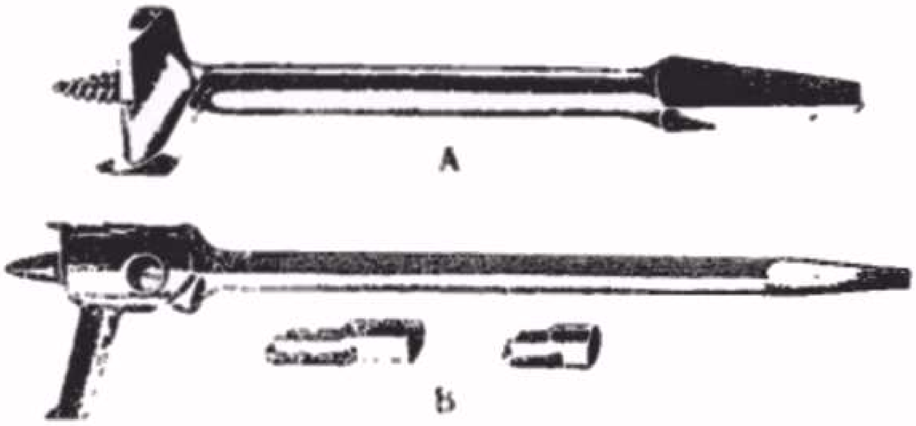
Pal a geschakeld voor linksom boren.
Pal a geschakeld voor rechtsom boren.
Pal a vastgezet

Detail palmechanisme en drie verschillende posities van het palmechanisme
Fig. 38

De boorkop werkt precies eender als is beschreven onder No. 10. met dien verstande, dat de boorkoppen van omslagboren zijn voorzien van twee (soms vier) klauwtjes (blokjes), terwijl boorkoppen van metaalboren er drie hebben. Centerboren zijn aan de bovenzijde vierkant uitgevoerd (vandaar de twee resp. vier klauwtjes in de boorkop). Hierdoor wordt een zeer solide bevestiging van de boor in de kop verkregen. Dit is nodig, omdat vooral bij grote boren zeer veel kracht ontwikkeld moet worden en het gevaar voor slippen van de boor in de kop groot is.

Centerboren zijn verkrijgbaar in allerlei maten. Men kan natuurlijk een compleet stel ineens aanschaffen, men kan echter ook telkens een boor kopen, wanneer men een bepaalde maat nodig heeft. Dit heeft het voordeel, dat men op deze wijze een stel boren van de meest gebruikte maten tot zijn beschikking krijgt.

Overigens zullen centerboren in de meeste werkplaatsen niet zo dikwijls worden gebruikt. In kleine werkplaatsen kan men ook wel volstaan met een verstelbare centerboor (fig. 39). Verstelbare centerboren boren in het algemeen niet zo zuiver als niet verstelbare. De nauwkeurigheid is echter voor de normale gevallen ruimschoots voldoende. Er zijn modellen in de handel, die men kan verstellen van 16 tot 70 mm diameter.



A. Centerboor
B. Verstelbare centerboor
Fig.39

a. Snijpunt waarmede de boor in het hout geprikt wordt
b. Mespunt waarmede de omtrek van het gat wordt ingesneden
c. Mes waarmede het gat wordt uitgesneden

Fig. 40

Bij het boren prikt men eerst punt *a* (fig. 40) in het hout. Al draaiend zakt deze punt in het hout, waarna door het mes *b* de omtrek van het gat zuiver wordt ingesneden. Zakt de boor nog dieper in het hout, dan wordt het materiaal binnen de door *b* gesneden cirkel door het mes c uitgesneden.

31. Rawlplug-beitel (fig. 41)

Deze wordt met de zware hamer van 500 gr gebruikt om gaten in muren te kloppen. In deze gaten worden dan houten pluggen aangebracht, waarin oogschroeven, haken e.d. gedraaid kunnen worden, om bepaalde voorwerpen te bevestigen.

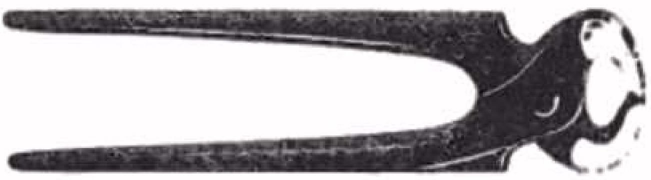
Rawlplug-beitel
Fig. 41

Gedurende het kloppen van het gat moet de beitel steeds worden gedraaid en af en toe uit het gat worden getrokken, om het gruis te verwijderen.

In plaats van houten proppen kan men ook een mengsel van asbest en gips in de gaten stoppen. Hiervoor neemt men ca. 2 delen asbestvezels en 1 deel gips, kneedt dit met water tot een enigszins taaie massa (niet meer aanmaken dan men in ca. 10 min. kan verwerken) en stopt dit met een stokje in het gat. Men moet het materiaal goed aandrukken en het gat geheel vullen. Na enkele minuten draait men de schroef erin en het geheel laat men ca. 1 uur drogen.

32. Knijptang (fig. 42)

33. Schrobzaag (fig. 43)



Knijptang
Fig. 42

Schrobzaag
Fig. 43

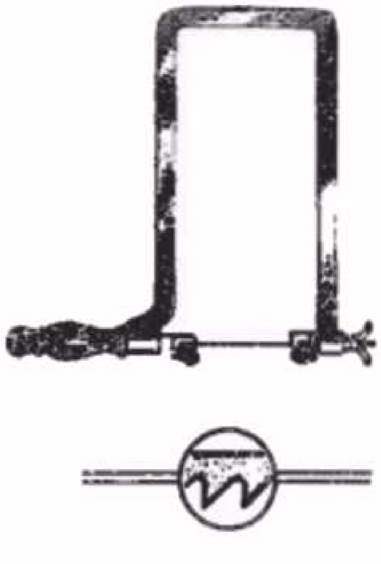
34. Sleutelvijltjes (fig. 44)

Men vraagt zich wel eens af, of alle slechte staalsoorten gebruikt worden voor de fabricage van sleutelvijltjes. Er is n.l. geen gereedschap waarbij zo met de kwaliteit geknoeid wordt als met sleutelvijltjes. Ook hiervoor geldt, dat een goede vijl *hard* moet zijn, zo hard, dat hij bij sterk doorbuigen breekt op de zelfde manier als een staafje glas.

Stel sleutelvijltjes
Fig. 44

35. Figuurzaag met zaagjes (fig. 45)

De stand van de zaagjes (richting van de tanden) is in fig. 45 aangegeven. Deze zaagjes zijn ook verkrijgbaar voor het zagen van metaal. Metaal mag echter niet te snel worden gezaagd, aangezien anders het zaagje te heet wordt. Denkt U er vooral aan, dat de zaagjes voldoende gespannen moeten zijn. Bij het inzetten moeten zij zo ver mogelijk in het handvat gestoken worden. Als ze breken, breken ze meestal aan de bovenzijde. Door ze naar boven op te schuiven, hebt U steeds nog enige reserve.



Figuurzaag
Fig. 45

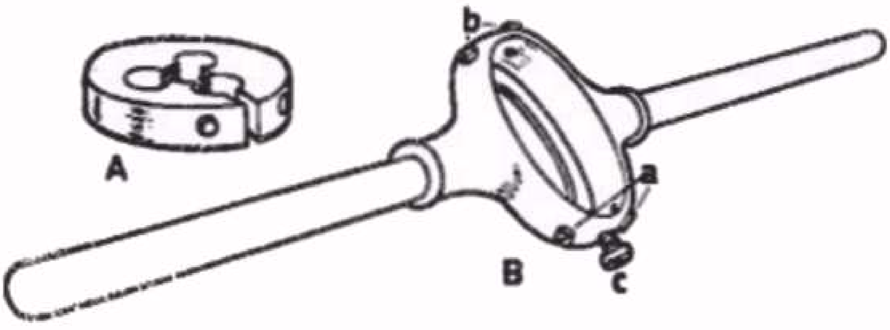
36. Driehoekig zoetvijltje (fig. 46)

Driehoekig zoetvijltje
Fig. 46

37. Snijkop M 2,6 - M3 - M4 - M5 (fig. 47A en B)

Men raadplege hierover ook No. 14 betreffende de taphouder. Meestal wordt snijgereedschap aangeschaft in de vorm van een complete ''snijdoos''. Hierin bevinden zich dan de bovengenoemde

snijkoppen, een houder voor deze koppen, een blokje waarin de tappen passen (dit heeft dezelfde vorm als de snijblokjes en dient om de tappen in de houder te bevestigen) en soms ook nog een compleet stel tappen.

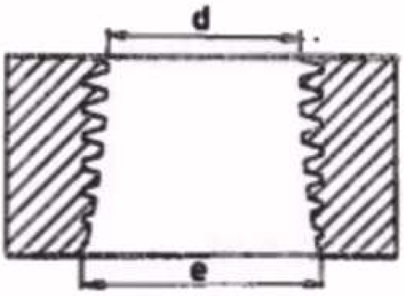


A. Snijkop
B. Houder voor de snijkop
Fig. 47

Met behulp van de schroeven a, b en c (fig. 47B) wordt het blokje
1. in de houder bevestigd
2. op de juiste draaddiameter ingesteld

Wil men nu een schroefdraad snijden, die moet passen in een bepaalde moer, dan moet men beginnen met het snijblokje op grote diameter af te stellen. Hiertoe worden de schroeven a en b los-, de schroef c vastgedraaid. Blijkt de diameter van de gesneden draad te groot te zijn, dan wordt nog een keer nagesneden, nadat men de schroef c iets losser en de schroeven a en b iets vaster heeft gedraaid. De diameter van de gesneden draad wordt dan kleiner, omdat het snijblokje enigszins in elkander wordt gedrukt.

Wanneer men begint te snijden, moet men er zich van vergewissen, dat men het draadblokje op de juiste wijze, namelijk met de grote opening e (fig. 48) op het werkstuk drukt.

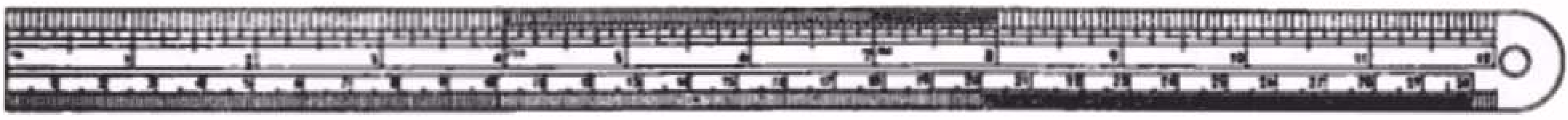


Doorsnede van de snijkop
Fig. 48

Voor draadsnijden gelden verder - juist als bij tappen - de volgende regels:

1. smeer voldoende met dunne olie
2. draai af en toe het snijblokje (met de houder) iets terug om te controleren, of het blokje niet vastloopt, en tevens om de smeerolie gelegenheid te geven, de snijvlakken van de snijkop te bereiken.

38. Stalen liniaal (fig. 49)



Stalen liniaal
Fig. 49

39. Conische doorslag 100 mm lang (fig. 50)

Conische doorslag
Fig. 50

40. Slagcijfers en -letters 4 mm hoog (fig. 51)

Deze worden uitsluitend in de handel gebracht als complete stellen. Men kan bijvoorbeeld een blikken doosje kopen met de cijfers 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (9 is omgekeerde 6). Of doosjes met een compleet alfabet.

Slagcijfers en -letters
Fig. 51

41. Koevoetje voor het openbreken van kisten (fig. 52)

Koevoetje voor het openbreken van kisten
Fig. 52

42. Stofzuiger voor het reinigen van apparaten

In de meeste werkplaatsen zal voor het schoonhouden van de werkplaats reeds een stofzuiger aanwezig zijn. Als deze stofzuiger aan de muur wordt opgehangen - naast de tafel waar de apparaten worden uitgepakt - kunnen de te repareren apparaten van stof worden ontdaan. Hiertoe wordt op de slang van de stofzuiger een rubber mondstuk bevestigd, zodat met het zuigen geen huizen of andere onderdelen beschadigd kunnen worden. Vooral het z.g. sleemodel is voor de werkplaats zeer handig. Bovendien kan men bij de meeste sleemodellen de slang op de uitlaatopening aansluiten, zodat men bepaalde apparaten kan schoonblazen. Bij sommige stofzuigers wordt bovendien een verstuiver geleverd, waarmee men heel goed blanke lak en zelfs zwaardere soorten lakken kan spuiten, mits deze voldoende zijn verdund. Voor kleine werkplaatsen is deze verstuiver werkelijk een uitkomst.

43. Zuurweger (fig. 53)

Deze zuurweger is reeds uitvoerig behandeld in les 4 (accu's).

44. Gelijkrichter voor het laden van accu's

Bij aanschaffen van een gelijkrichter lette men er op, dat deze voldoende stroom kan leveren om het maximaal aantal tegelijk aanwezige accu's te laden.

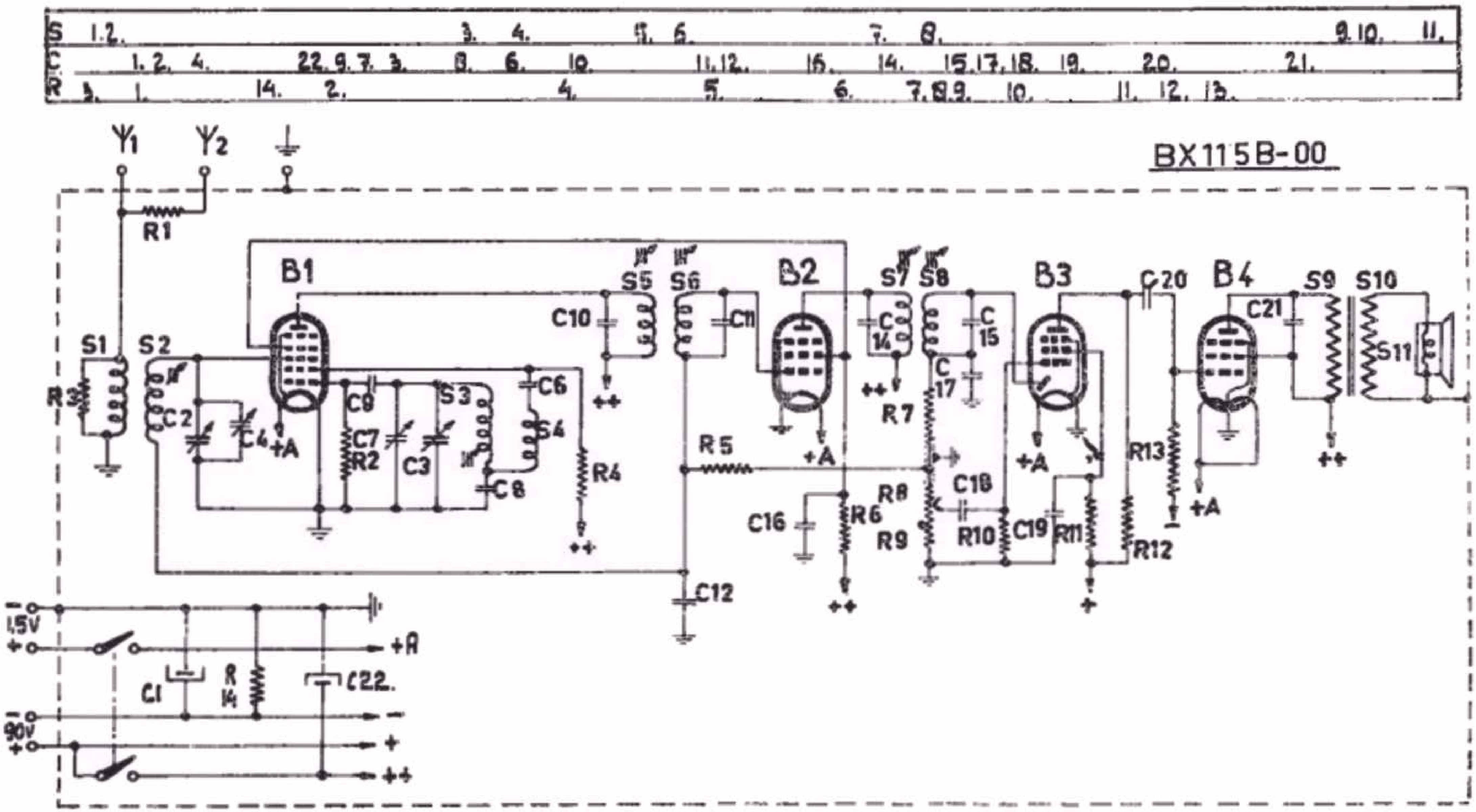
Zuurweger
Fig. 53

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

1. Verklaar van nevenstaand schema de functie van alle daarin gebruikte onderdelen en buizen.

   De weerstand R1 bevindt zich tussen de antenne-aansluitbussen Y1 en Y2. Bij aansluiting van de antenne op bus Y2 is de weerstand R1 in serie geschakeld. Deze aansluiting wordt gebruikt bij ontvangst van een plaatselijke zender. De weerstand R3 is parallel geschakeld aan de antennespoel S1 en dient voor het verkrijgen van een constante opslingering over het gehele golfgebied. De functies van alle andere onderdelen zijn in de voorgaande lessen behandeld.

2. Wat zult U bij het ontvangtoestel van nevenstaand schema bemerken als de condensator C1 onderbroken is?



S 1.2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10. 11.
C 1.2. 4. 22.9.7. 3. 8. 6. 10. 11.12. 16. 14. 15.17.18. 19. 20. 21.
R 3. 1. 14. 2. 4. 5. 6. 7.8.9. 10. 11. 12. 13.
BX115B-00
Y1
Y2
R1
B1
B2
B3
B4
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
R3
C2
C4
+A
C9
C7
R2
C3
C6
C8
R4
C10
C11
C12
R5
C16
R6
R7
R8
R9
C14
C15
C17
C18
R10
C19
R11
R12
R13
C20
C21
1.5V
90V
C1
R14
C22.
++

142. De electrische inrichting van de werkplaats.

Het is voor een Service werkplaats uiteraard een eerste vereiste dat de ontvangst van de zenders goed en storingsvrij is. De antenne-aarde-installatie moet dus aan alle eisen voldoen. Hiervoor kan het nodig zijn dat er maatregelen tegen radio- en netstoringen moeten worden getroffen. Deze problemen houden echter niet alleen verband met de werkplaatsinrichting, doch eveneens met de ontvangst van toestelbezitters. Klachten over de werking van het toestel worden dikwijls veroorzaakt door een slechte antenne-installatie of storende electrische apparaten uit de onmiddellijke omgeving. Het is daarom geenszins overbodig eerst iets te vertellen over de eisen, waaraan een goede antenne-aarde-installatie moet voldoen.

a. De antenne

De antenne welke in het algemeen de gunstigste resultaten geeft, is een eendraads-antenne van het z.g. omgekeerde L-type of een verticale antenne met een totale lengte van ca. 20 m. In steden verdient het aanbeveling de antenne zo hoog mogelijk te maken, omdat het gebleken is dat de invloed van tramstoringen en storingen, afkomstig van electrische apparaten, dan het kleinst is. Op het platte land, waar weinig hoge gebouwen of ijzerconstructies voorkomen, is een hoogte van 4 tot 8 m voor de antenne ruim voldoende.

a

b

a. Goede antenne-opstelling

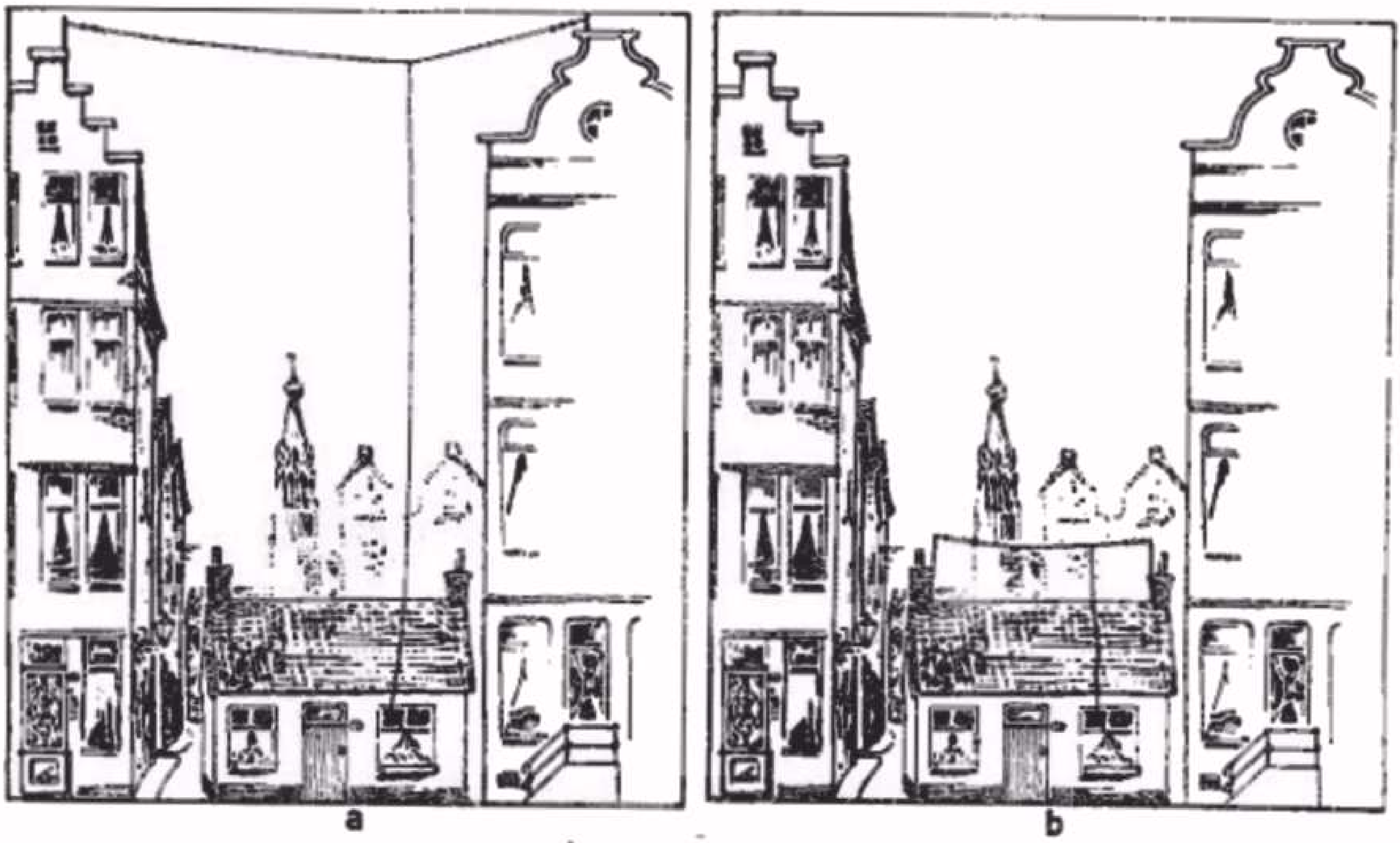
b. Verkeerde antenne-opstelling

Fig. 1

Voor alle gevallen geldt dat de antenne niet langs muren, regenpijpen, dakgoten, door bomen, klimplanten en dergelijke mag lopen of afgeschermd mag worden door omringende hoge gebouwen. In de figuren 1 en 2 (a en b) wordt dit duidelijk geïllustreerd.

Verder lette men er steeds op, dat bij aanwezigheid van een bovengronds net of telefoonleiding, de antenne loodrecht op die leiding wordt gespannen.

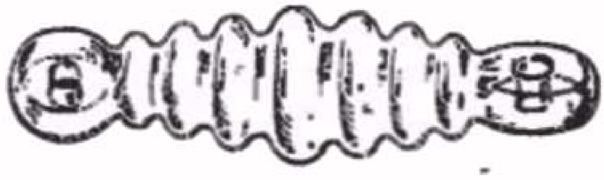
Voor de isolatie van de antenne zijn de meest gebruikte isolatortypen de z.g. ei-isolator en de 'pyrex' isolator. Enige van deze



a. Goede antenne-opstelling
b. Verkeerde antenne-opstelling
Fig. 2

isolatoren worden gewoonlijk in serie geschakeld, om een grotere isolatieweerstand te bereiken. Nu moet men er wel aan denken dat als men aan het ene einde van de antenne een isolatorenketen, uit b.v. 4 stuks bestaande, gebruikt, men ook verplicht is om op alle andere punten waar de antenne wordt geisoleerd, een gelijkwaardige isolatie aan te brengen. Nog al te dikwijls ziet men de antenne opgehangen tussen een aantal isolatoren, maar de invoerdraad wordt

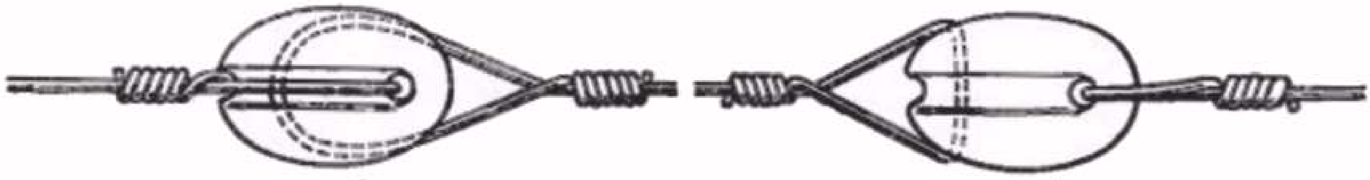
Ei-isolator.
Fig. 3



Pyrex-isolator.
Fig. 4

dan vastgebonden aan een aan de dakgoot bevestigd isolatiepijpje dat hoogstens voor binnenmontage geschikt is. Het spreekt vanzelf dat hierdoor alle moeite,besteed aan goede isolatie van de antenne, wordt te niet gedaan, in het bijzonder bij vochtig weer.

Omtrent de bevestiging van de isolatoren moet nog worden opgemerkt dat de isolator zo gemonteerd moet worden, dat de op het porcelein werkende krachten dit samenpersen en er geen trek op uitoefenen (zie fig. 5). Ook lette men erop dat de isolatoren geen scheuren vertonen en dat ze goed geglazuurd zijn; is dit niet het



Bevestiging van een ei-isolator
a. Goed b. Verkeerd
Fig. 5

geval, dan zal bij vochtig weer de isolatie slecht worden en de isolator onbruikbaar.

Het beste materiaal voor de antenne is z.g. silicum-bronsdraad met een diameter van 1,5 mm. Deze draadsoort is zeer sterk als hij op trek belast wordt; hij is echter niet bestand tegen knikken of wringen. Op plaatsen waar dit heeft plaats gehad, of waar de tang de draad heeft beschadigd, treedt dikwijls een breuk op. Bij het op- en afwikkelen gaan wij daarom te werk als in fig. 6a is aangegeven en *niet* als in fig. 6b.

a. Juiste methode van afwikkelen van een rol antennedraad.
b. Zoals het niet moet.
Fig. 6

Bij het aanbrengen van de invoerleiding vermijde men zoveel mogelijk het maken van lassen in de antenne. Een veel gevolgde, *doch foute* methode voor het bevestigen van de invoerdraad aan de antennedraad geeft fig. 7 weer. Ook indien de las goed gesoldeerd wordt, is deze methode niet aan te bevelen. De kans op storing blijft groot en solderen van een onder trek staande draad is minder wenselijk.

Fig. 8 geeft een eenvoudige en betere methode van montage, waarbij niet gesoldeerd behoeft te worden.

Foute methode voor het bevestigen van de invoerdraad aan de antennedraad.
Fig. 7

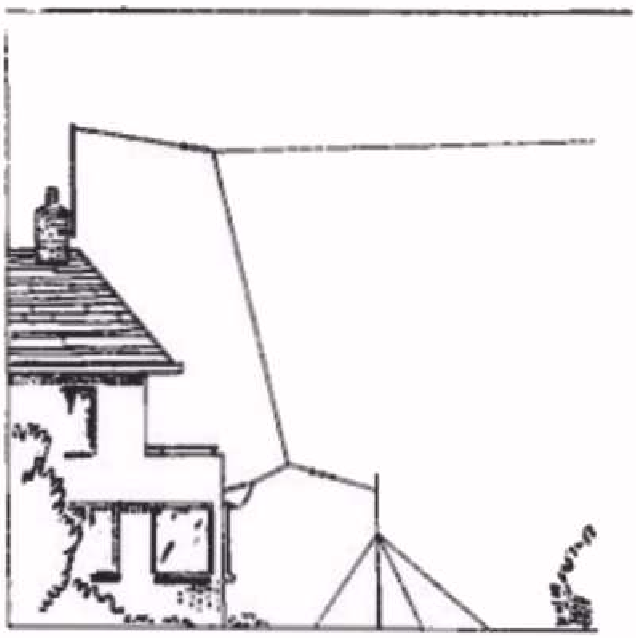
Als de omstandigheden het veroorloven, kan de invoerdraad direct naar de invoerisolator worden gevoerd, mits daardoor op de invoerisolator geen trek wordt uitgeoefend. In zo'n geval en wanneer de

Voorbeeld van een goede bevestigingsmethode van de invoerdraad aan de antennedraad

Fig. 8

invoerdraad van muren, goten en dergelijke moet worden vrij gehouden, moet de invoerdraad worden afgespannen. Fig. 9 geeft een voorbeeld van een dergelijke afspanning.

Het invoeren van de antennedraad kan het beste gebeuren met een z.g. invoerisolator. Deze moet van goede kwaliteit zijn (indien porcelein, goed geglazuurd) en zodanig worden aangebracht dat het in- en binnendringen en achterblijven van regenwater uitgesloten is. Het ligt voor de hand dat de invoerisolator een niet te grote doorsnede moet hebben, opdat beschadiging van raamkozijnen, muren en dergelijke bij de montage tot een minimum beperkt blijft.



Voorbeeld van een afgespannen antenne-invoer.

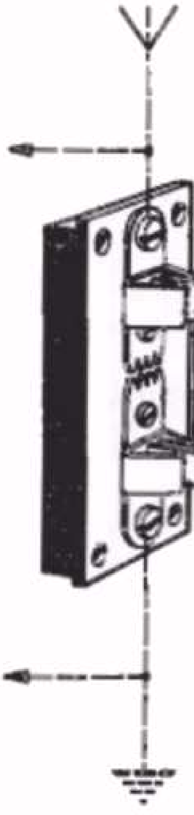
Fig. 9

Het verdient steeds aanbeveling de antenne-installatie te beveiligen. Niet alleen tegen directe blikseminslag, daar dit niet zoveel voorkomt, maar ook voor bescherming tegen te hoge ladingen die op de antenne bij onweer, hagelbuien enz. kunnen voorkomen. Als de antenne goed geisoleerd is, kunnen zulke hoge spanningen optreden dat men bij aanraking een gevoelige schok krijgt en de onderdelen in de antennekring van het ontvangtoestel kans lopen door te slaan.

Voor dit doel wordt een edelgasveiligheid, soms gecombineerd met een vonkenbrug, gebruikt. Een dergelijke veiligheid (zie fig. 10) bestaat uit een buisvormige patroon, gevuld met edelgas, waarin zich twee electroden bevinden. In normale toestand gedraagt deze patroon zich als een isolator. Zodra echter de spanning tussen de electroden boven een zekere waarde stijgt (de z.g. aanslagspanning; ca 180 V) gedraagt het gas zich als een geleider, waardoor de antenne direct met aarde wordt verbonden, en de lading op de antenne

gelegenheid krijgt om af te vloeien. Daarna gedraagt de veiligheid zich automatisch weer als een isolator.

Bij de montage van de edelgasveiligheid lette men er vooral op dat dit op een zodanige wijze geschiedt, dat stof en water geen gelegenheid krijgen zich te verzamelen op plaatsen, waar zij afbreuk aan de goede isolatie kunnen doen. De aardverbinding voor de beveiligingsinstallatie moet liefst in de onmiddellijke nabijheid van de beveiliging worden aangelegd. Een aardleiding welke bochten vertoont en eerst over geruime afstand de aarde bereikt, is voor antennebeveiliging onbruikbaar.

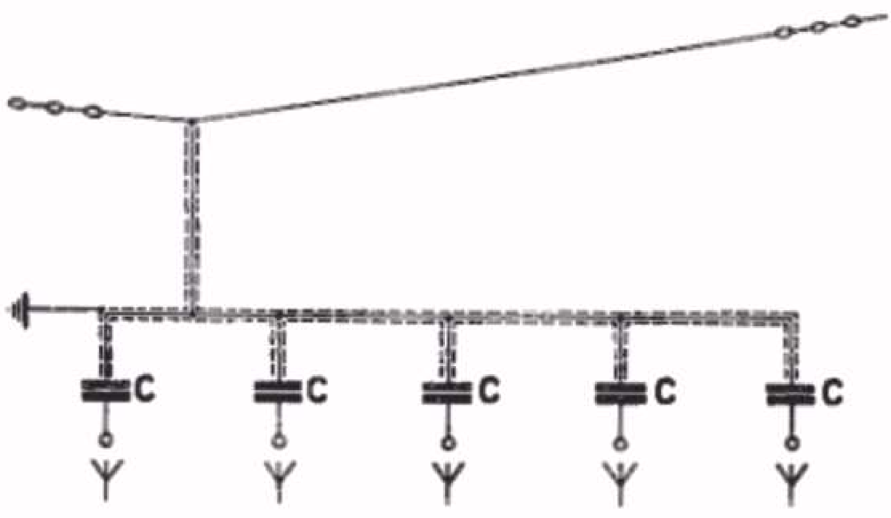


Edelgas-veiligheid met vonkenbrug voor antenne- overspanningsbeveiliging.

Fig. 10

Is de werkplaats gelegen in een gebouw, waar men veel hinder heeft van storingen, veroorzaakt door electrische apparaten (tram, liften, boormachines, stofzuigers enz.), dan moet de antenne zo hoog mogelijk worden aangebracht en de invoerleiding in afgeschermde capaciteitsarme kabel worden uitgevoerd. Als men met deze kabel werkt, dient men deze kabel na het doorknippen steeds onmiddellijk af te dichten met bijenwas, om te voorkomen dat vocht in de isolatie van de kabel dringt. Dit heeft tot gevolg dat de capaciteit van de kabel groter zal worden en de kabel daarna allesbehalve capaciteitsarm genoemd kan worden.

De mantel van de kabel wordt *op slechts één plaats*, bij voorkeur aan het einde, in de werkplaats, geaard. De met de antenne verbonden ader wordt in de werkplaats, telkens via een condensator van 120 à 200 pF, met de diverse antenne-aansluitbussen op de reparatietafels verbonden (zie fig. 11).



Schema voor de aanleg van de antenne-aansluitbussen in de werkplaats.

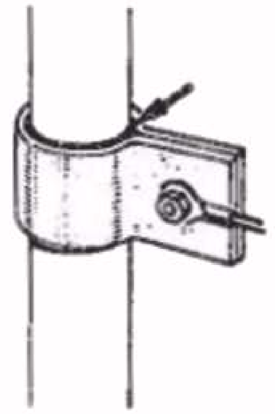
Fig. 11

b. Aardleiding

Een van de beste aardverbindingen en tevens een der gemakkelijkstedie men maken kan, is een deugdelijke verbinding met een waterleidingbuis (liefst vóór de hoofdkraan). Men lette erop dat men hiervoor uitsluitend buizen kiest, welke met het waterleidingnet in ver-

binding staan en dus geen doodlopende, ongebruikte stukken. Het maken van de aardverbinding aan een gasleiding is beslist te ontraden.

Een zeer goede aardverbinding wordt overigens verkregen, indien men een buis van 2 à 4 m lengte met een doorsnede van 2 à 4 cm in de grond drijft, tot deze in het grondwater reikt. Men kan hiervoor een koperen of een gegalvaniseerd ijzeren buis gebruiken. De verbinding met de aardbuis moet echter steeds plaats hebben met een draad van hetzelfde materiaal als dat van de aardbuis. Zou men namelijk een koperdraad bevestigen aan een ijzeren buis, dan wordt tengevolge van electrolytische werkingen tussen de verschillende metalen, welke in vochtige aarde gelegen zijn, de verbinding onzeker. De verbinding moet bij voorkeur worden gesoldeerd en wanneer zij gereed is, met compound worden bedekt. Voor de aarddraad gebruike men draad met een doorsnede van ca 3 mm^2 (ca 4 mm Ø). Een betrouwbare verbinding met de waterleidingbuis verkrijgt men, indien men om de zorgvuldig schoongekrabde buis een stevige aardklem aanbrengt. Deze aardklem moet van zodanige afmetingen en sterkte zijn dat zij inderdaad zeer stevig kan worden vastgeklemd. Een hulpmiddel dat zowel een beter contact waarborgt, als het beschadigen van de buis tegen gaat, is het aanbrengen van een reepje zacht blank lood tussen klem en buis (zie fig. 12).



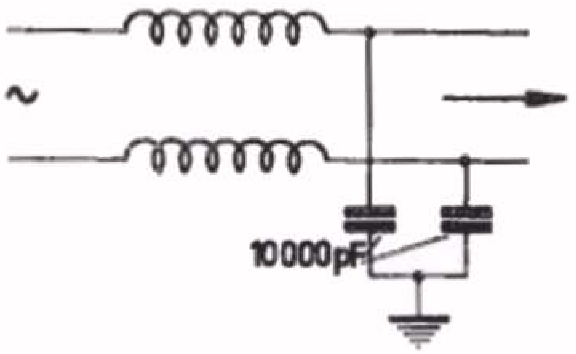
Aardverbinding met de waterleidingbuis doormiddel van een aardklem.

Fig.12

c. *Maatregelen tegen netstoringen*

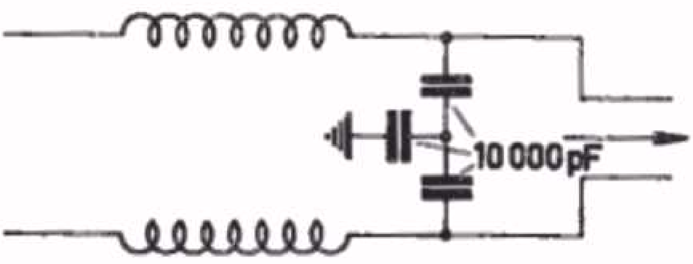
Het onderdrukken van netstoringen is in het algemeen niet zo eenvoudig. Het kan op verschillende manieren gebeuren, waarbij de keuze van de methode experimenteel moet worden bepaald.

1. Men kan de netspanning filteren vóór deze aan een ontvanger wordt toegevoerd.
2. Men kan z.g. anti-storingscondensatoren op de storingsverwekkende motoren respectievelijk storingsbronnen aanbrengen. Verschillende oplossingen zijn aangegeven in de figuren 13 tot en met 17.



Netfilter voor inbouw in het ontvangtoestel.

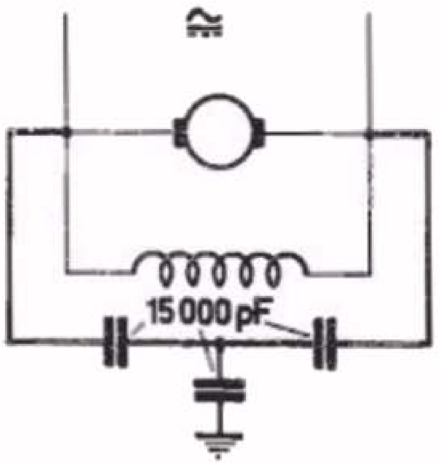
Fig. 13



Schema van een netfilter.

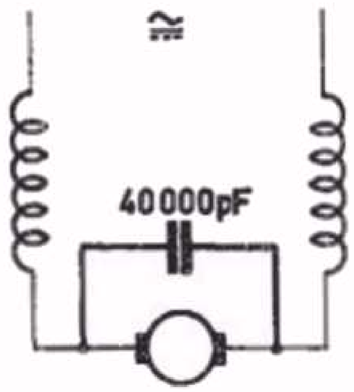
Fig. 14

Fig. 13 geeft een netfilter weer dat bijvoorbeeld in een ontvangtoestel kan worden ingebouwd. Het schema van fig. 14 is een iets uitgebreider filter. Het merkwaardige van dit filter is, dat er twee condensatoren moeten doorslaan, voordat sluiting van de netspanning kan optreden. Voor beide filters geldt dat de verbindingen van het filter met de netaansluiting van het ontvangtoestel zo kort mogelijk moeten zijn.



Schema voor ontstoring van een motor met parallel geschakelde collector- en veldwikkeling.

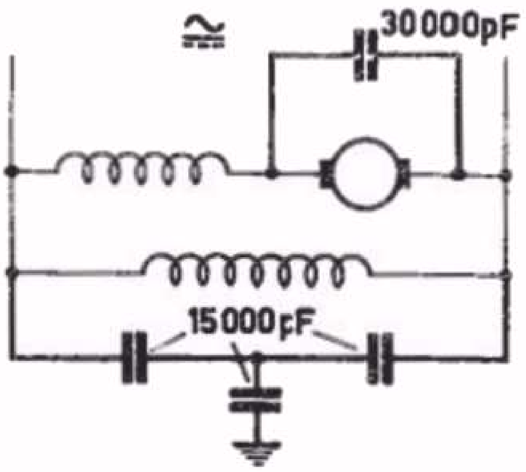
Fig. 15



Schema voor ontstoring van een seriemotor.

Fig. 16

Fig. 15 geeft het schema voor de ontstoring van een motor met parallel geschakelde collector- en veldwikkeling. Fig. 16 laat zien hoe een z.g. seriemotor wordt ontstoord en fig. 17 geeft ditzelfde voor een z.g. compoundmotor. Bij U-apparaten kan men in vele gevallen verbetering verkrijgen door de netsteker omgedraaid in het stopcontact te steken, zodat de min-pool van het toestel (chassis) met de minpool van het net wordt verbonden. Dit geldt vanzelfsprekend alleen voor wisselstroomnetten, aangezien bij een gelijkstroomnet de stand van de netsteker wordt bepaald door de polariteit van de netspanning.



Schema voor ontstoring van een compoundmotor.

Fig. 17

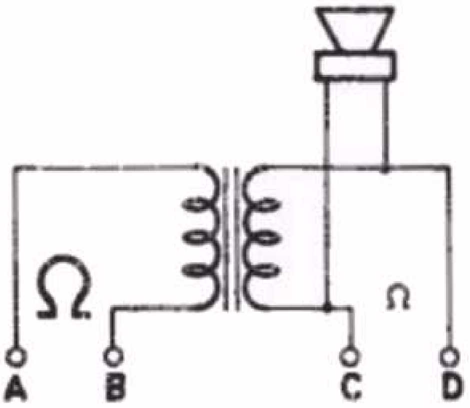
d. Electrische inrichting van de werktafel voor radioreparaties

In les 39 is de werktafel voor radioreparaties reeds besproken. Daarin is reeds gewezen op het grote nut van een verhoging, waarop de meetapparaten kunnen worden geplaatst. Deze verhoging is tevens geschikt om allerlei aansluitingen, transformatoren en luidsprekers

in te monteren. Te dien opzichte kan nog het volgende worden medegedeeld:

Luidspreker

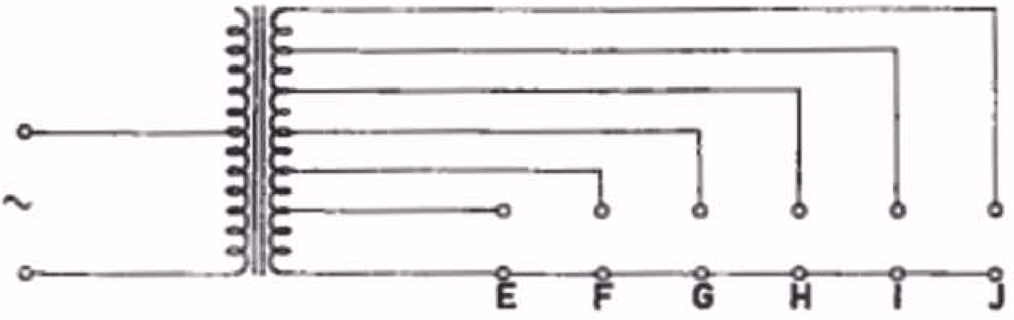
Men neme hiervoor een model met een doorsnede van ca. 20 cm (8"). Sommige auto-radioluidsprekers zijn hiervoor zeer geschikt, te meer als zij voorzien zijn van een metalen beschermingsrooster. De luidspreker wordt aangesloten op een uitgangstransformator volgens het schema van fig. 18. De klemmen A-B-C-D-worden in het voorpaneel van de verhoging aangebracht. Moeten op dezelfde tafel ook versterkers gerepareerd worden, dan verdient het aanbeveling een luidsprekertransformator te nemen met een extra 100 V aanpassingswikkeling. Deze 100 V wikkeling wordt eveneens met klemmen in het voorpaneel verbonden.



Schema van de luidsprekeraansluiting op de reparatietafel.
Fig. 18

Scheidingstransformator

Deze transformator is onontbeerlijk bij het repareren van ontvangtoestellen voor gelijkstroom-wisselstroomvoeding. Het U-apparaat wordt dan op de niet geaarde secondaire wikkeling aangesloten, waarna het chassis van de ontvanger kan worden geaard. (Slechts één ontvanger aansluiten; zie hiervoor ook les 38). De aansluitbussen E-F-G-H-I-J (Fig. 19) worden weer in het voorpaneel van de verhoging gemonteerd.



Schema voor aansluiting van een scheidingstransformator op de reparatietafel.
Fig. 19

Als op de werktafel een universeel meetapparaat GM 4257 gebruikt wordt, is de scheidingstransformator niet nodig, aangezien een dergelijke transformator reeds in het meetapparaat is ingebouwd (zie hiervoor ook les 20).

Maximaalschakelaar

Het is om veiligheidsredenen dringend noodzakelijk dat op iedere

tafel een maximaalschakelaar wordt aangebracht. Een maximaalschakelaar is in een betrekkelijk klein kastje ondergebracht en voorzien van een drukknop. Door het indrukken van de knop wordt de schakelaar gesloten. Wordt nu een bepaalde belasting overschreden (b.v. door kortsluiting), dan schakelt de maximaalschakelaar automatisch de netspanning uit, waarbij tevens de drukknop naar buiten springt. Alvorens de knop weer in te drukken en dus de netspanning in te schakelen,onderzoeke men eerst of de kortsluiting is weggenomen en/of schakelen we een of meer van de aangesloten apparaten uit.

Maximaalschakelaars worden geleverd voor verschillende stroomsterkten. Voor de radioreparatietafel is een waarde van 10 A zeer geschikt. Sommige maximaalschakelaars zijn tevens voorzien van een tweede drukknop, waarmede men de netspanning kan uitschakelen. Dit model verdient uit veiligheidsoverwegingen de voorkeur. Indien deze uitschakelknop niet aanwezig is, moet op de tafel een drukknop worden aangebracht, waarmede men in geval van nood de netspanning kan kortsluiten, zodat de maximaalschakelaar het net uitschakelt.

Bij het monteren van de werktafel moet men er voor zorgen dat deze uitschakelknop onder onmiddellijk bereik is van de monteur,bij voorbeeld tegen de frontlijst onder het tafelblad.

Aansluitdozen (stopcontacten) voor de meetapparatuur

Langs de lijst aan de achterzijde van het tafelblad worden zes aansluitdozen en zes aardbussen voor aansluiting van de meetapparatuur gemonteerd. Als men meetapparaten heeft, die niet van een netschakelaar zijn voorzien, wordt in de toevoerleiding van het betreffende apparaat een netschakelaar aangebracht.

Verklikkerlampje

In het midden van het frontpaneel wordt een neonlampje aangebracht, dat brandt zodra de maximaalschakelaar wordt ingeschakeld.

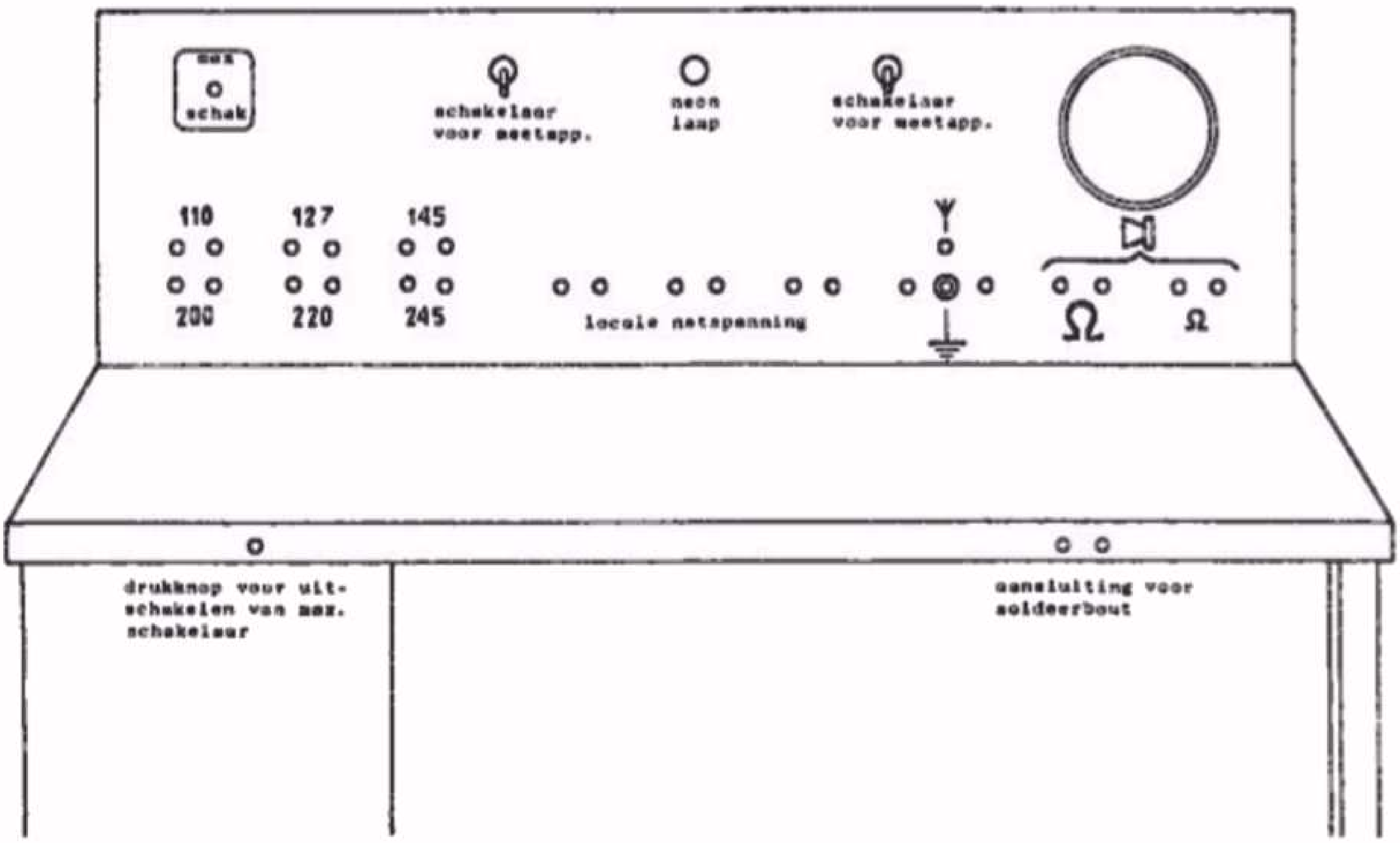
Het bovenstaande kan worden samengevat in het schema van fig.20.

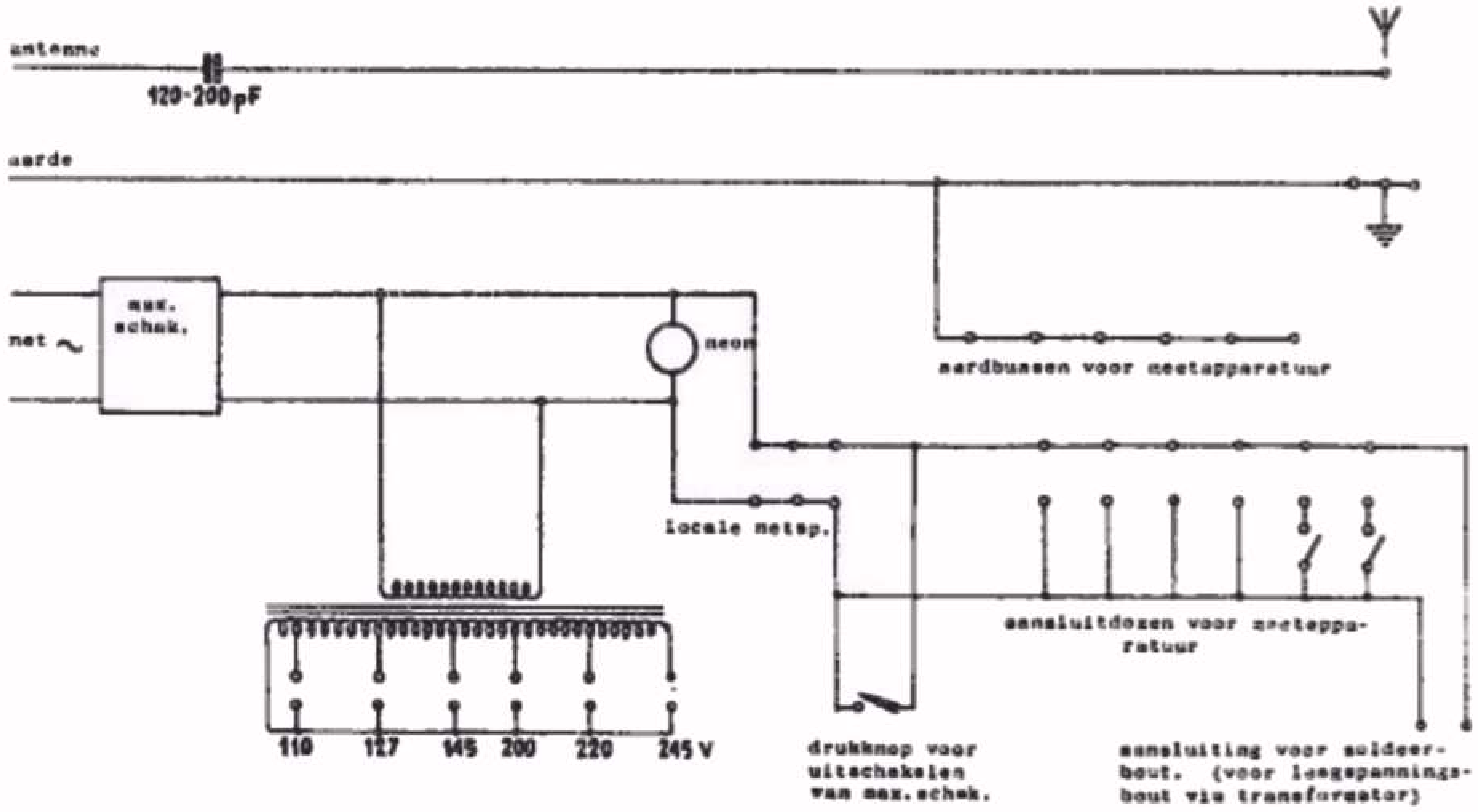
143. <u>Wenken voor de veiligheid en gezondheid in de werkplaats.</u>

Gewoonlijk is men geneigd te denken dat er voor de radiomonteur maar twee gevaren bestaan:

1. Het krijgen van een electrische schok.
2. Het vallen van een dak bij het plaatsen van een antenne.

Er zijn echter andere gevaren, waarvan de gevolgen niet zo direct aan het licht komen, doch waarvan de uitwerking in bepaalde gevallen even ernstig kan zijn. Het spreekt vanzelf dat iedereen bepaalde veiligheidsmaatregelen in acht neemt, teneinde zichzelf te beschermen. Om zichzelf te beschermen,moet men echter eerst de gevaren kennen.





Principetekening van de electrische installatie van de reparatietafel

Fig. 20

Veiligheidsmaatregelen zijn niet alleen essentieel voor de gezondheid, zij zijn ook van het grootste belang voor een vlotte gang van zaken in de werkplaats. Het voornaamste van alles is:

HOUDT UW WERKPLAATS SCHOON!

Dit betekent o.a. dat de vloer steeds schoon moet zijn en dat er geen onderdelen, gereedschappen en afval op de vloer mogen slingeren. In een goed georganiseerde werkplaats heeft elk stuk gereedschap niet alleen zijn eigen plaats, het wordt er ook opgeborgen.

Voor het opbergen van afval make men bij voorkeur gebruik van onbrandbare, liefst metalen bakken; dus geen kartonnen dozen en dergelijke. Speciale aandacht vereist het opbergen van ontvlambare materialen; deze mogen niet in de buurt van open vuur of stoomverwarming bewaard worden. Poetslappen worden bij voorkeur bewaard in twee bakken, een bak voor de schone en een bak voor de vuile lappen.

Machines

Bij het gebruik van machines drage men geen loshangende kleren; pas ook op dat Uw haar niet door draaiende delen wordt gegrepen. Na het gebruik worden de machines onmiddellijk uitgeschakeld en gereinigd; een goede gewoonte die in vele werkplaatsen nog al te veel wordt vergeten.

Slijpmachine

Verzuim nooit voor het slijpen een veiligheidsbril op te zetten. Verstel of verplaats de machine nooit terwijl ze draait. Bij een goed opgestelde slijpmachine is er tussen de slijpschijf en de tafel voldoende ruimte, zodat een hand of vinger niet kan 'klem' lopen. Vooral bij het slijpen van scherpe gereedschappen, als boren en ruimers, moet men zeer voorzichtig zijn; als het gereedschap uit de hand glipt, kan dit aanleiding geven tot ernstige verwondingen. Voor het slijpen wordt de slijpsteen juist ingesteld, waarbij men er rekening mee moet houden dat slijpen op de platte zijde van de schijf zoveel mogelijk vermeden moet worden.

Tafelboormachine

Een eerste vereiste is dat de drijfriemen en V-snaren van de tafelboormachine behoorlijk beveiligd zijn. Zet werkstukken zoveel mogelijk vast vóór het boren; dit geldt vooral voor kleine werkstukken en bladmetaal. Hoe kleiner het werkstuk, hoe groter de kans op ongelukken.

Gebruik zonodig smeermiddelen en druk de boor niet te sterk op het werkstuk. Maak zoveel mogelijk gebruik van de juiste boorsnelheid en boor bij het boren van grote gaten eerst een klein gat voor.

Brandblussers

In verband met het gevaar van kortsluiting en electrische schokken mogen in de service werkplaats slechts bepaalde brandblussers worden gebruikt.
We onderscheiden:

1. Het pompmodel gevuld met tetra-chloorkoolstof

Deze vloeistof is niet geleidend en levert dernalve in electrisch opzicht geen gevaar op.

2. De CO_2 (kooldioxyde) gasblussers

Deze zijn verkrijgbaar in verschillende grootten. Zij zijn speciaal geschikt voor het blussen van z.g. electriciteitsbranden.

3. De 10 liter (2¼ gallon) dubbelkoolzure soda/zwavelzuurblusser

Deze blusser is het meest gebruikte type voor kantoren en dergelijke. In de bus, welke voor het gebruik wordt omgekeerd, bevindt zich water waarin dubbel koolzure soda is opgelost. *Aangezien deze oplossing geleidend is, is deze blusser niet geschikt voor gebruik in de radiowerkplaats.*

4. Schuimblusser

Ook deze blusser is niet geschikt voor gebruik bij electriciteitsbranden. Zij wordt echter speciaal gebruikt voor het doven van brandende olie, vet, enz.

Hoogspanning

Zorg bij het werken met hoge spanningen voor isolerende vloerbedekking (rubber mat!) en houdt één hand op de rug of in de zak.

Vergeet U niet dat een normale radio-voedingstransformator reeds een spanning van 2 x 300 V heeft. Dit kan U reeds een schok bij 600 V bezorgen!

Het inademen van schadelijke dampen

In de radio-werkplaats worden een aantal vloeistoffen gebruikt, waarvan de dampen schadelijk voor de gezondheid zijn, wanneer ze gedurende langere tijd worden ingeademd. Enige van deze stoffen, of hun dampen, kunnen bovendien huidziekten veroorzaken wanneer de huid er gedurende langere tijd mee in aanraking komt. In verschillende gevallen is de vergiftigende werking cumulatief, d.w.z. elke keer dat men met de stof (damp) in aanraking komt, wordt de graad van vergiftiging sterker, omdat het lichaam de eenmaal opgenomen stof niet geheel kwijt raakt. De namen van deze, algemeen gebruik-

te, stoffen zijn: tetra-chloorkoolstof, trichlooraethyleen, lakverdunners, lijmoplosmiddelen, aceton, verf-afbijt-middelen,dampen, welke vrijkomen bij verfspuiten enz. Daarom is goede ventilatie resp. een afzuiginstallatie bij lakspuiten een eerste vereiste.

Als regel doet men er goed aan, zich in acht te nemen voor alle vluchtige stoffen. Als een vloeistof vet-verwijderend werkt, kunt U er staat op maken dat;

1e. inademen van dampen van deze vloeistof zeer ongezond is;
2e. wanneer de huid langere tijd in aanraking komt met deze vloeistoffen of hun dampen, dit aanleiding kan geven tot soms zeer hardnekkige uitslag.

Als U niettemin vluchtige vloeistoffen moet gebruiken, zorg dan voor goede ventilatie of doe het buiten; dus nooit in een kleine, slecht geventileerde ruimte. Voorzie de flessen, waarin de vloeistoffen bewaard worden, van duidelijke etiketten en sluit deze flessen met goed passende kurken.Probeer nooit een vloeistof te identificeren door er aan te ruiken.

Andere dampen, welke niet mogen worden ingeademd, zijn:
dampen van gesmolten soldeer (loodvergiftiging).
dampen van gesmolten of brandend plastic.
Het verbranden van celluloid is in staat U buiten bewustzijn te brengen!
Teflon, een der nieuwere isolatie-materialen geeft bij verhoogde temperatuur fluorine-dampen af. Probeer daarom geen plastic te identificeren door het met een soldeerbout te verhitten en er aan te ruiken.

Ook het verbranden van een seleengelijkrichtcel is een bron van gevaar. De kortgesloten gelijkrichter geeft seleendioxyde af, een zeer giftig gas, dat kenbaar is aan een verschrikkelijke stank. Zo gauw U deze stank ruikt, werpt U de gelijkrichter onmiddellijk naar buiten, opent U alle ramen en gaat zelf ook naar buiten.

In sommige condensatoren (niet Philips) zijn synthetische oliën verwerkt. Wanneer dergelijke condensatoren te veel verhit worden, kan de kop eraf springen. Pas in dat geval op voor de ontwijkende gassen en zorg er voor, niet met de olie in aanraking te komen. Sommige van deze oliën zijn n.l. gechloreerd en deze samenstelling kan bij verwarming phosgeengas afgeven. Phosgeengas was een van de gifgassen uit de eerste wereldoorlog!

Het inademen van stofdeeltjes

Stofdeeltjes, welke vrijkomen bij boren, zagen en vijlen van Philite, hardweefsel, mica enz. kunnen zeer nadelige gevolgen hebben. Sommige mensen zijn bovendien gevoelig voor metaalstof, dat vrijkomt bij boren, slijpen, vijlen en zagen van metaal. Hetzelfde geldt voor het inademen van oxyde-stof dat vrijkomt, wanneer koper

of messing met schuurpapier of staalwol gereinigd worden. Ook zijn er zelfs mensen, die zeer gevoelig zijn voor gewone stof, waarvan we doorgaans een dikke laag aantreffen op alle oudere chassis van apparaten. Blaas een dergelijk chassis daarom niet in de werkplaats uit. Doe dit werkje liever in de open lucht en blijf zelfs dan nog aan de 'schone' kant.

Algemene hygiëne

De chassis van de meeste apparaten, die enige tijd in gebruik zijn geweest, zijn bedekt met een dikke laag stof en moeten daarom met dezelfde voorzorgen worden gehanteerd als alle andere vuile materialen. Snij- en schaafwonden moeten in dit verband onmiddellijk gereinigd, gedesinfecteerd en goed verbonden worden. Hetzelfde geldt voor huidperforaties, veroorzaakt door draad of gereedschap, en brandwonden veroorzaakt door hete soldeerbouten, weerstanden of buizen.

144. Eerste hulp bij ongelukken

A. Algemeen

1. Bewaar Uw kalmte en informeer wat er precies gebeurd is.
2. Onderzoek of er gevaar (b.v. vergiftige gassen, electrische stroom) aanwezig is voor:
   a. U zelf; dan zelfbeschermingsmaatregelen treffen;
   b. de nog niet getroffenen - Hen waarschuwen en tot voorzichtigheid aansporen;
   c. de reeds getroffenen - Zorgen dat het geweld niet verder blijft inwerken, zoals:
      Schade door vergiftige gassen, dan uit ruimte verwijderen,
      Bekneld zijn - zo snel mogelijk slachtoffer bevrijden.
      Heftige bloedingen - bloeding door steriel drukverbandof handgreep tot staan brengen.
3. Laat indien nodig de dokter, geestelijke, vervoer, politie en eventueel familie waarschuwen. Aan de dokter in het kort de aard van het ongeval en verwondingen melden.
4. Omstaanders op afstand houden en getroffene moed inspreken.
5. Laat patient rustig liggen in de stand zoals U hem vindt. Maak knellende kledingstukken los - ontkleedt zo min mogelijk ter voorkoming van afkoeling - Dek de patient warm toe, behalve in geval van zonnesteek, warmtebevanging en hitteberoerte.
6. Controleer regelmatig pols en ademhaling.
7. Zorg ervoor dat er voor de komst van de dokter zowel koud als gekookt warm water, nagelborsteltje en zeep aanwezig is.

B. Wondbehandeling

Raak een wond nooit aan en zorg ervoor, dat de gekwetste haar evenmin aanraakt.

Behandel de wond droog zonder enige vloeistof te gebruiken. Alleen bij kleine oppervlakkige wonden verdient het aanbeveling dadelijk een kleine hoeveelheid 6% jodiumtinctuur of 2% mercurochroom op de wond en omgeving aan te brengen.
Leg een steriel (bacterievrij) verband aan.
Bij grote wonden het getroffen lichaamsdeel rust geven (draagdoek, eventueel spalkje).
Verwaarloos zelfs de kleinste wond niet, want er dreigt altijd infectiegevaar.

C. Bloedingen

Deze zijnte onderscheiden in uitwendige en inwendige bloedingen. Men maakt hierbij onderscheid in:

a. Slagaderlijke bloedingen - helderrood bloed komt stootsgewijs en spuitend uit wond.
b. Aderlijke bloedingen - donkerroodbloed *vloeit* uit wond.
c. Bloedingen van haarvaten (capillairen) - kleine bloeding.

ad a. Slagader dicht drukken *tussen* wond en hart tegen achterliggend bot - steriel *druk*verband aanleggen. Wanneer slagader niet dichtgedrukt kan worden, dan wondranden tussen duim en wijsvinger naar elkaar toebrengen. In *noodgeval* door duim of wijsvinger in wond te brengen, bloeding proberen tot staan te brengen.

ad b. Steriel drukverband aanleggen (knellende kleding - kousenbanden losmaken).

ad c. Steriel verband aanleggen.

Bij inwendige bloedingen patient rustig plat laten liggen (in de stand zoals U hem vindt). Onder geen omstandigheden laten drinken. Heeft de getroffene drang tot wateren, tracht hemte overreden hieraan geen gevolg te geven. Niet door nodeloos vragen deze drang op wekken. Geen waterkraan in de nabijheid van de patient laten lopen.

In het algemeen bij ernstige bloedingen;
Patient neerleggen - warm toedekken - rust - steriel drukverband aanleggen - getroffen lichaamsdeel hoog leggen - op algemene toestand van patient letten (pols en ademhaling controleren).
Alleen in uiterste nood bij een spuitende bloeding knevelverband om een gewond lichaamsdeel aanleggen.

D. Knevelverband

a. Knevelverband aanleggen en aandraaien.
b. Knevel losdraaien tot de wond juist weer gaat bloeden.
c. Knevel een halve slag aandraaien en aldus vastzetten.
d. Tijdbriefje aan knevel bevestigen (knevel mag niet langer dan een uur vast blijven zitten).

e. T-teken (T van Tourniquet) op het voorhoofd van de patient of op de bedekkende kleding zichtbaar aanbrengen.
f. De algemene toestand van patient, de knevel en het wondverband regelmatig controleren.

E. Electriciteitsongevallen

- Stroom uitschakelen. Hangt slachtoffer aan draad, bedenk, dat hij valt. Proberen de patient op te vangen.
- Zit hij aan draad vast, doch staat hij daarbij op grond, spoor hem dringend aan op te springen, waardoor het contact met aarde verbroken wordt.
- Kunt U niet uitschakelen, gooi dan een metalen draad, buis of staaf op de geleidingsdraad, na vooraf, indien mogelijk, deze draad of staaf verbonden te hebben met waterleidingsbuis of ander aardpunt.
- Kan dit niet, dan getroffene zelf wegtrekken. Ga op rubberplaat, droog hout - droge deken (jas) staan, omwikkel Uw handen met een of ander kledingstuk en trek de patient aan zijn kleren van de stroomdraad weg, (*nooit de patient met blote handen bij ontblote lichaamsdelen beetpakken*), of nog beter verwijder de patient met een stok of plank.

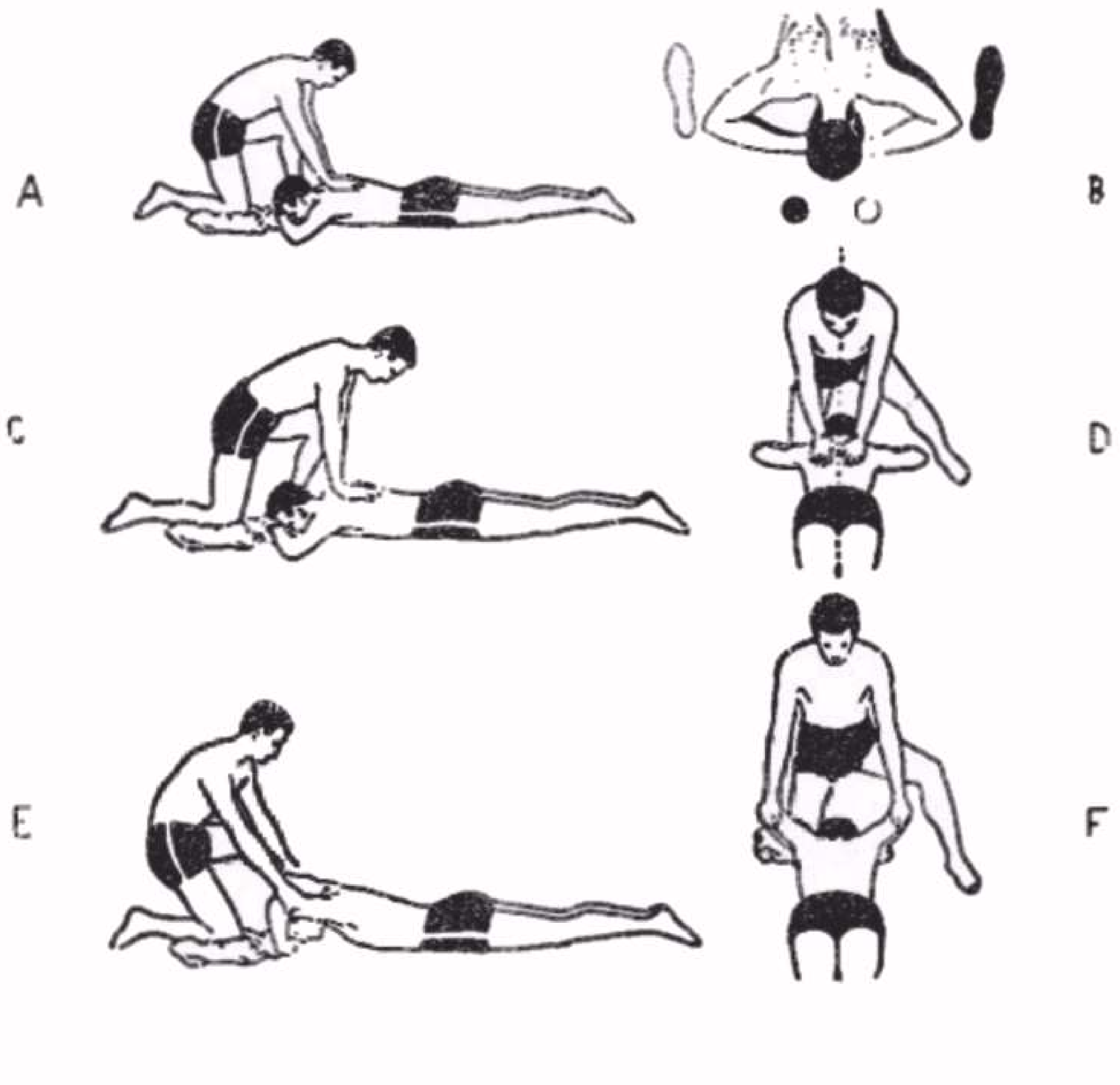
De patient kan, voor zover het de algemene toestand betreft, bij kennis, bewusteloos, in shocktoestand, schijndood of dood zijn. Dikwijls zijn er plaatselijke verbrandingen b.v. aan handen (ingang) en aan voeten (uitgang). Deze wonden steriel verbinden. Nooit brandblaren open prikken.
Wanneer bij de patient geen pols of ademhaling waarneembaar is, *kan* de patient schijndood zijn. Men begint in zo'n geval zo spoedig mogelijk met kunstmatige ademhaling en passe hartmassage toe. Men moet doorgaan met kunstmatige ademhaling tot de patient weer begint te ademen of totdat de dood geconstateerd wordt.

F. Kunstmatige ademhaling

Er zijn verschillende methoden van kunstmatige ademhaling o.a.: v. Hasselt - Schaefer - Sylvester - Holger Nielsen enz. We zullen onderstaand de laatste methode (Holger Nielsen) bespreken.

De patient ligt op de buik, de handen gekruist onder het voorhoofd. De helper knielt op een knie terzijde en een weinig voor het hoofd van het slachtoffer. De andere voet rust plat op de grond aan de andere kant, naast de op de grond liggende elleboog van de patient. (De stand van de voet van de helper is aangeduid in de tekening, fig. 21a).
De uitademingsphase (fig. 21c en d) wordt op de volgende wijze uitgevoerd: De helper plaatst beide handen wijd geopend op de rug van de schijndode, de handpalm op de schouderbladen, de duimen gericht naar de wervelkolom. Hij brengt daarbij geleidelijk zijn bovenlichaam naar voren en rust op zijn gestrekte armen, daarbij dus toenemende druk uitoefenend.

De inademingsphase (fig. 21e en f) wordt op de volgende wijze uitgevoerd; Terwijl de helper zijn handen langs de schouders en armen van de patient laat glijden, grijpt hij die armen vlak bij de ellebogen, licht ze op, terwijl hij zijn bovenlichaam naar achteren beweegt en zijn armen daarbij gestrekt houdt. Daardoor wordt het bovenlichaam van het slachtoffer ook enigszins opgeheven. De armen worden vervolgens weer op de grond teruggebracht en de beweging wordt acht maal per minuut herhaald.
Zowel de uit- als de inademingsphase duurt ongeveer 4 seconden.



Verschillende houdingen bij kunstmatige ademhaling.
a. Beginhouding.
b. De juiste houding van de knie, voet en handen.
c. De fazen 1-3 van de uitademing.
d. Uitademing.
e. De fazen 5-7 van de inademing.
f. Inademing.

Fig. 21

1. Begin de behandeling onmiddellijk, maak knellende kleding los, reinig zo nodig de mond, verwijder vals gebit.

2. Leg patient neer met het gelaat naar beneden, het voorhoofd (dus niet de mond) laat men op de gevouwen handen liggen.
3. Door een paar flinke slagen op de rug tussen de schouderbladen met de vlakke hand brengt men de tong naar voren.
4. Kniel op een knie, iets voor en terzijde van het hoofd van de patient en plaats Uw voet terzijde vande elleboog vanhet slachtoffer, aan de andere kant. De middellijn van de helper moet in dezelfde lijn liggen als die van de patient en zijn gestrekte armen moeten schuin voorwaarts hellen, zodat zijn handen op de schouderbladen van de patient komen te liggen en zijnpolsen boven de kammen van de schouderbladen van de patient. Dit is de aanvangsligging.
5. Schommel naar voren met gestrekte armen tot deze in verticale stand zijn gekomen.De druk moet licht zijn, zonder kracht. (Duur ongeveer twee en een halve seconde).
6. Laat Uw handen langs de armen van de patient tot vlak boven de ellebogen glijden (ongeveer 1 seconde), licht dan zijn schouders en armen een weinig op,terwijl een lichte trek wordt uitgeoefend door terug te schommelen. (Ongeveer twee en een halve seconde).
7. Laat de armen van de patient zakken en leg de handen terug op de schouderbladen (ongeveer 1 seconde).
8. De bewegingen 5, 6 en 7 (ongeveer 7 seconden) moeten worden herhaald. Hierdoor komen 8 complete ademhalingen per minuut.

SAMENVATTING

1. Voor een goede en storingsvrije radio-ontvangst is allereerst een goede antenne- en aarde-installatie nodig.

2. De antenne moet zo hoog mogelijk en de invoer zo vrij mogelijk van muren, regenpijpen enz. worden aangebracht. Tevens dient zij loodrecht op electrische leidingen te worden opgesteld.

3. Het verdient steeds aanbeveling een antenne- overspanningsbeveiliging aan te brengen. Hiervoor wordt een edelgasveiligheid, soms gecombineerd met een vonkenbrug, gebruikt.

4. In gebouwen, waar men veel hinder van electrische storingen heeft, moet de invoerleiding in afgeschermde, capaciteitsarme kabel worden uitgevoerd.

5. Bovendien kan het aanbrengen van netfilters respectievelijk het ontstoren van de electrische apparaten zoals motoren nodig zijn.

6. Neem in een werkplaats altijd de veiligheidsmaatregelen in acht. Zorg bij het werken met hoge spanningen voor isolerende vloerbedekking en houdt een hand op de rug of in de zak.

7. Let bij het aanschaffen van een brandblusser er op dat het type geschikt is voor gebruik in een radio-werkplaats.

VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

Geef aan welk antwoord juist is bij de volgende twee vragen;

1. Een electronenstraal-oscillograaf kan worden gebruikt voor het meten van spanningen.
   a. In combinatie met een buisvoltmeter.
   b. Door voor het scherm een geijkte schaal aan te brengen.
   c. Waar precisiemetingen nodig zijn.

2. Litzedraad wordt gewoonlijk gebruikt voor;
   a. Bedrading in het voedingsgedeelte.
   b. Spoelen.
   c. Volumeregelaars.
   d. In de negatieve roosterspanningsketen.

3 Twee condensatoren C1 en C2 zijn in serie geschakeld.
   C1 = 1 μF C2 = 100 pF
   Hoe groot is ongeveer de totale capaciteit van deze serieschakeling.

ANTWOORDEN

LES 1

1. Een waterstroom onstaat, als men in een gesloten circuit door middel van een pomp of een zuigerinstallatie een stuwing op het water te weeg brengt. De stuwende kracht voor het veroorzaken van een electrische stroom, verkrijgt men door een batterij (electromotorische kracht).

2. Isolatiematerialen zijn materialen met een zeer hoge electrische weerstand, die dus de stroom zeer slecht geleiden. Enkele van deze materialen zijn: trolituul, mica, pertinax, Philite, enz.

3. De diameter van een draad is de dikte van een draad. Het is dus een lengtemaat en wordt uitgedrukt in mm of cm. De doorsnede van een draad is een oppervlaktemaat, die men uitdrukt in mm^2 of cm^2. De diameter of de dikte van de draad kan men meten met behulp van een schuifmaat of een micrometer. De doorsnede van de draad moet men berekenen met behulp van de formule $\frac{1}{4}\pi d^2$, waarin d de diameter is, die men kan meten.

4. De weerstand van het verwarmingselement is $\frac{120}{1,8} = 66\frac{2}{3}$ ohm.

5. De stroomsterkte in de weerstand is $\frac{130}{65000} = \frac{2}{1000}$ A = 2 mA.

6. De doorsnede van de koperdraad is $\frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times \frac{2}{10} \times \frac{2}{10} = \frac{11}{350}$ mm^2.

   De weerstand is nu gelijk aan: $\frac{\text{soortelijke weerstand x lengte}}{\text{doorsnede}}$

   $R = \frac{0.0172 \times 1000}{11/350} = 547\Omega = 0,547k\,\Omega$

7. De draaddoorsnede is $\frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 2,54 \times 2,54 =$ ca 5 mm^2.

   De spanning waarbij de stroomsterkte in de draad 0,5A is, is 0,5 x 0,945 = 0,4725 V.

8. Voordat wij de spanning kunnen berekenen, moet eerst de weerstand van de konstantaandraad bekend zijn. Deze weerstand wordt weer berekend zoals in de voorgaande vraagstukken is geschied. De doorsnede van de draad is $\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 0,45 \times 0,45 =$ ca 0,16 mm^2.

   De weerstand van de draad is $\frac{0,5 \times 15}{0,16} = 47$ ohm.

   De spanning moet dus zijn 1,2 x 47 = 56,4 V.

9. Het toelaatbare vermogen is o.a. gelijk aan $I^2R = I \times I \times R = 1$ W. Aangezien R = 40.000 ohm, is $I \times I = \frac{1}{40.000}$ A.

   Dus de stroomsterkte $I = \frac{1}{200}$ A $= \frac{1000}{200}$ mA = 5 mA.

10. Het vermogen waarvoor de weerstand geschikt moet zijn, is $I^2R = I \times I \times R = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times 1200 = 12$ W.

ANTWOORDEN

LES 2

1. De vervangingsweerstand van de 3 weerstanden wordt berekend met behulp van de formule $\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$.

We krijgen dus $\frac{1}{Rt} = \frac{1}{100.000} + \frac{1}{5000} + \frac{1}{60.000} = \frac{3}{300.000} + \frac{60}{300.000} + \frac{5}{300.000} = \frac{68}{300.000}$

Dus $Rt = \frac{300.000}{68} = 4412$ ohm.

De stroom $I1 = \frac{105}{100.000} = \frac{1,05}{1000}$ A = 1,05 mA

De stroom $I2 = \frac{105}{5000}$ A = $\frac{21}{1000}$ A = 21 mA.

Zo is de stroom $I3 = \frac{105}{60.000} = \frac{1,75}{1000}$ A = 1,75 mA.

De totale stroom It = de som van de takstromen, dus
It = 1,05 + 21 + 1,75 = 23,8 mA.
Men kan de totale stroom ook berekenen door de spanning van 105 V te delen door de totale vervangingsweerstand van 4412 ohm. Ook dan komt men op 23,8 mA.

2. Het ontvangtoestel neemt bij 110 V een stroom I, die gelijk is aan $\frac{55}{110} = 0,5$ A.

Als het ontvangtoestel moet worden aangesloten op 220 V, waarbij men dus de overtollige 110 V laat opnemen in een serieweerstand, moet deze serieweerstand gelijk zijn aan: $\frac{110}{0,5} = 220$ ohm.

Het vermogen waarvoor deze weerstand geschikt moet zijn, is
$I^2 \times R = I \times I \times R = 0,5 \times 0,5 \times 220 = 55$ W.

3. Aangezien de gloeidraden van de batterijbuizen parallel geschakeld zijn, moeten de takstromen worden opgeteld om de totale stroom te verkrijgen.
In dit geval moet de batterij dus leveren 50 + 50 + 100 = 200 mA = 0,2 A.
De vervangingsweerstand van de gloeidraden is nu: $\frac{1,4}{0,2} = 7$ ohm.

4. Aangezien de stroom in de gloeidraadketen 50 mA is en de gloeidraad C slechts 25 mA mag hebben, zal door de weerstand R de andere 25 mA moeten lopen. Deze weerstand moet dus gelijk zijn aan $\frac{1,4}{25/1000} = 56$ ohm.

5. Alvorens de stroom I te kunnen berekenen moet de totale weerstand bekend zijn. Deze totale weerstand is de som van 500 ohm en de vervangingsweerstand van de parallelschakeling van 2500 ohm en 625 ohm.

$Rt = 500 + \frac{625 \times 2500}{625 + 2500} = 500 + 500 = 1000$ ohm.

De batterij moet dus een stroom leveren, gelijk aan $\frac{10}{1000}$ A = 10 mA.

6. De spanning, die over de meter ontstaat, is $\frac{1}{1000} \times 100 = \frac{1}{10}$ V.

Deze spanning zal ook over de parallelgeschakelde weerstand R staan. Aangezien door deze weerstand een stroom moet vloeien, die gelijk is aan 50-1 mA = 49 mA, zal deze weerstand gelijk moeten zijn aan

$$\frac{1/10}{49/1000} = \frac{100}{49} = \text{ca } 2 \text{ ohm.}$$

ANTWOORDEN

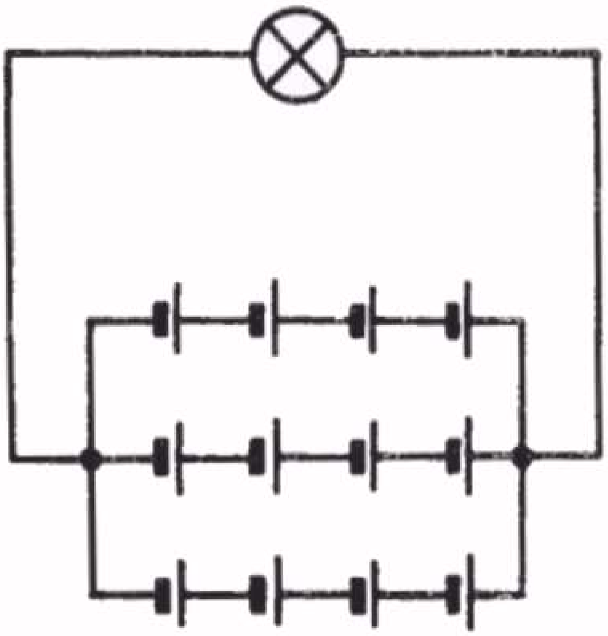
LES 3

1. De totale inwendige weerstand van de batterij is 60 x 1 Ohm = 60 Ohm. De totale E.M.K. is 60 x 1,4 V = 84 V. Bij een stroomsterkte van 2/10 A is het inwendige spanningsverlies gelijk aan $\frac{2}{10}$ x 60 = 12 V. De klemspanning is dus gelijk aan 84 - 12 = 72 V.

2. De totale E.M.K. van de accu is gelijk aan 3 x 2,15 V = 6,45 V. Aangezien de klemspanning over de uitwendige weerstand 6 V is, bedraagt het inwendige spanningsverlies 6,45 - 6 = 0,45 V. De totale inwendige weerstand is dus $\frac{0,45}{1,5}$ = 0,3 Ohm. Aangezien de cellen in serie staan, is de inwendige weerstand van één cel gelijk aan $\frac{3/10}{3} = \frac{1}{10}$ Ohm.

3. Aangezien de 2 cellen van 1,5 V parallelgeschakeld zijn, is de totale E.M.K. eveneens 1,5 V. De stroom door de weerstand van 30 Ohm is dus gelijk aan $\frac{1,5}{30}$ = 0,05 A. De stroom door de weerstand van 60 Ohm is: $\frac{1,5}{60}$ = 0,025 A.

4. Aangezien de totale spanning 24 V moet bedragen en de spanning van één accu 6 V is, heeft men in elk geval 4 accu's in serie nodig. De accu's mogen echter een maximale stroom van 0,5 A leveren, terwijl de aangesloten lamp een stroom van 1,5 A neemt. Men dient dus 3 takken van 4 in serie geschakelde accu's parallel te nemen, waarbij elke tak 0,5 A voor haar rekening neemt. Zie onderstaande tekening.



ANTWOORDEN

ES 4

. Het aantal krachtlijnen per cm^2 bij een inductie van 5000 Gauss bedraagt 5000. Bij een inductie van 10.500 Gauss is dus het aantal krachtlijnen per cm^2 10.500.

. De inductie van de magneet is $\frac{70.000}{14} = 5000$ Gauss.

. De draadlengte is 4000 x 20 = 80.000 cm = 800 m.

De doorsnede van de draad is $\frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times \frac{2}{10} \times \frac{2}{10} = 0{,}0314\ mm^2$.

De weerstand van de draad is $\frac{0{,}0172 \times 800}{0{,}0314}$ = ca 440 Ohm.

De stroomsterkte bedraagt: $\frac{10}{440} = \frac{1}{44}$ A.

Het aantal amperewindingen is $4000 \times \frac{1}{44} = 91$ AW.

. Stel de weekijzeren staaf is A en de magneetstaaf is B. Waar men met het uiteinde van de magneetstaaf B ook bij de ijzerstaaf A komt, deze zal steeds de ijzerstaaf aantrekken, ten gevolge van de magnetische inductie. Als men echter de weekijzerenstaaf in de hand neemt en deze staaf bij de magneetstaaf B brengt, dan zal men bemerken dat er aantrekkingkracht tussen de beide staven bestaat bij de uiteinden van de staaf B. Zodra men echter met de staaf A precies in het midden van de magneetstaaf B komt, zal men bemerken dat er geen aantrekkingskracht tussen beide staven bestaat, omdat men dan juist het magnetische midden van de magneetstaaf heeft.

ANTWOORDEN

LES 5

1. Wij gebruiken hiervoor de formule $Rp = \frac{Rm}{n-1}$.

Voor dit vraagstuk is Rm = 5 ohm.

$n = \frac{5\ mA}{1\ mA} = 5$, dus $Rp = \frac{5}{5-1} = \frac{5}{4} = 1,2$ Ohm.

Voor het 50 mA bereik wordt dit nu $Rp = \frac{5}{50-1} = \frac{5}{49}$ = ca 1/10 Ohm.

2. Voor het berekenen van de serie weerstand voor het vergroten van het spanningsbereik, gebruiken wij de formule Rs = (n-1) Rm.

Hierin is Rm gelijk aan 360.000 Ohm en $n = \frac{480}{120} = 4$.

Dit ingevuld geeft:
Rs = (4-1) x 360.000 = 3 x 330.000 = 1080.000 Ohm = 1,08 Megohm.

3. Aangezien het hier het vergroten van een stroombereik betreft, moeten wij uitgaan van de formule $Rp = \frac{Rm}{n-1}$

Hiervan is n onbekend, daar deze letter aangeeft hoeveel maal het oorspronkelijke bereik wordt vergroot.
Men lost nu n uit de bovengenoemde formule op, door deze formule een iets andere vorm te geven. Men kan dit b.v. op de volgende wijze doen:

$n-1 = \frac{Rm}{Rp}$, dus $n = \frac{Rm}{Rp} + 1$. Hieruit volgt $n = \frac{20}{20/999} + 1 = 999 + 1 =$

1000.

Het stroombereik wordt dus 1000 x 20 mA = 20.000 mA = 20 A.

4. Voor het 3 mA-bereik staat de wijzer verbonden met de aansluiting met het getal 3. De stroom loopt van de plus-klem via 2 takken n.l. enerzijds via Rs en Rm (de meter) en anderzijds via de tak R9-R8-R7-R6-R5 terug naar de min-klem.
In het 300 V bereik staat de wijzer in het schema in de positie van 300 (rechts onderaan). In dit geval loopt de stroom vanaf de plusklem via dezelfde 2 takken als in het bovengenoemde geval, maar verder via de weerstanden R4-R3-R2-R1 terug naar de min-klem.

5. Aangezien de voltmeter in zijn hoogste bereik de grootste serie-weerstand heeft, loopt men in dit geval het minste gevaar, dat de meter bij aansluiting op een bepaalde spanning wordt beschadigd. Hoe lager het bereik wordt, hoe kleiner de serie-weerstand van de meter is.

ANTWOORDEN

LES 3

1. Een gelijkstroom is een stroom, die niet van richting verandert, dus steeds van plus naar min loopt.
Een wisselstroom is daarentegen een stroom, die regelmatig van richting verandert.

2. Aangezien het woord frequentie betrekking heeft op het aantal veranderingen per seconde van de wisselstroom, kan men eigenlijk niet van de frequentie van een gelijkstroom spreken. Men zegt ook wel eens dat de frequentie van de gelijkstroom gelijk aan nul is, hetgeen hierop neerkomt, dat deze stroom nimmer van richting verandert.

3. Als in fig. 3 de staaf TQ geheel van metaal zou zijn, dan zou de accu via deze staaf worden kortgesloten. De stroom zou immers lopen van de plus-klem van de accu naar de strip A, via het sleepcontact Q over de staaf naar het sleepcontact P en via de metalen strip B terug naar de min-pool van de accu. Waarschijnlijk zouden de sleepcontacten tengevolge van de zeer grote stroom verbranden en de accu zou worden beschadigd.

4. Aangezien de inductie-spanning afhankelijk is van de snelheid, waarmee de krachtlijnen-verandering plaats heeft, zal bij een dubbele snelheid van de dynamo de inductie-spanning 2 x zo groot worden. Ook de frequentie zal 2 x zo groot worden, dus 50 Hz. Aangezien de frequentie het aantal perioden per seconde is, zou dit betekenen, dat 1 periode in plaats van 1/25 seconde slechts 1/50 seconde zou duren.

5. De hogere spanning van de dynamo bij dezelfde snelheid, wordt bereikt door gebruik van een spoel met meer windingen.

6. a. f = I Hz
b. f = 12000 Hz
c. f = 2.000.000 Hz
d. f = 4000 Hz
e. f = 7.200.000 Hz
f. f = 1 Hz

7. De maximale waarde van de netspanning bedraagt 1,4 x 110 V = 154 V.

8. De effectieve waarde van de wisselstroom is $\frac{5}{1,4} = 3,57$ A.

ANTWOORDEN VAN DE VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 7

1. Aangezien door de smoorspoel in een radiotoestel een gelijkstroom gaat, wordt de ijzerkern magnetisch en zal deze dientengevolge een schroevedraaier aantrekken.

2. De stroom door de primaire wikkeling van de transformator wordt bepaald door de formule

$$I = \frac{E}{X_L}$$

waarin $X_L = 6,28\ fL$
$= 6,28 \times 50 \times 40 = 12560$ Ohm.

Dus de stroom is:

$$I = \frac{220}{12560} = 0,0176 \text{ A} = 17,6 \text{ mA.}$$

3. De effectieve waarde van de sinusvormige wisselstroom met een maximale waarde van 0,8 A is:

$$I_{eff} = \frac{0,8}{1,4} = 0,57 \text{ A} = 570 \text{ mA.}$$

4. De secundaire spanning is gelijk aan de windingsverhouding $\frac{n2}{n1}$ x primaire spanning;

dus: $\frac{5000}{1000} \times 1\ V_{eff} = 5\ V_{eff}$

5. De wisselstroomweerstand of reactantie van de spoel is 6,28 fL
Voor een frequentie van 30 Hz wordt dit:

$$X_L = 6,28 \times 30 \times \frac{2}{1000} = \text{ca. } 0,4 \text{ Ohm.}$$

Bij een spanning van 1 V_{eff} loopt erdus een stroom van $\frac{1}{0,4} = 2,5$ A!

$$6,28 \times 500.000 \times \frac{2}{1000} = 6280 \text{ Ohm.}$$

Nu loopt er een stroom van slechts $\frac{1}{6280} = 0,00015$ A = 0,15 mA.

ANTWOORDEN VAN DE VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 8

1. De totale capaciteit van parallel geschakelde condensatoren is gelijk aan de som van de afzonderlijke capaciteiten.
Dus $C_t = 30 + 100.000 + 470 = 100.500$ pF
(0,1 µF = 100.000 pF; de capaciteiten moeten in dezelfde eenheid (pF) worden uitgedrukt, om opgeteld te kunnen worden.

2. Bij serieschakeling geldt:

$$\frac{1}{Ct} = \frac{1}{270} + \frac{1}{270} + \frac{1}{270} = \frac{3}{270} = \frac{1}{90}$$

Dus $C_t = 90$ pF
Bij gelijke capaciteiten kan men natuurlijk ook ineens de enkele capaciteit (270 pF) delen door het aantal in serie geschakelde capaciteiten.
Dus $C_t = \frac{270}{3} = 90$ pF

3. De schijnbare weerstand of reactantie van een condensator is:

$$X_c = \frac{1}{6,28\ fC}$$

Voor een frequentie van 50 Hz geeft dit:

$$X_C = \frac{1}{6,28 \times 50 \times \frac{320}{1.000.000.000.000}} = 10.000.000 \text{ Ohm} = 10 \text{ Megohm.}$$

Voor een frequentie van 500 kHz = 500.000 Hz, dus 10.000 x hoger dan in het eerste geval, wordt de reactantie 10.000 x kleiner, dus

$$X_C = \frac{10.000.000}{10.000} = 1000 \text{ Ohm.}$$

4. De wisselstroom zal zijn: $I = \frac{E}{X_C}$

$$X_C = \frac{1}{6,28\ fC} = \frac{1}{6,28 \times 100 \times \frac{50}{1.000.000}} = \text{ca. } 32 \text{ Ohm}$$

Bij een spanning van 4 V zal dus de stroom door de condensator zijn:

$$I = \frac{4}{32} = \frac{1}{8} \text{ A} = 125 \text{ mA.}$$

5. De stroom door de serieschakeling van weerstand en condensator, zal zowel door de weerstand als door de condensator 0,1 A zijn.
In de condensator gaat geen vermogen verloren. Wel echter in de weerstand. Dit vermogen is gelijk aan:

$$W = I^2R = 0,1 \times 0,1 \times 100 = 1 \text{ W.}$$

ANTWOORDEN VAN DE VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 9

1. De snaren van een viool hebben alle verschillende dikten. De dunste snaar geeft de hoogste tonen en de dikste snaar de laagste tonen.

2. De wisselstroomweerstand van het spoeltje $X_L = 6{,}28\ fL$

$$40 = 6{,}28 \times 1000\ L$$

Dus $L = \frac{40}{6280} = 0{,}0064\ H = 6{,}4\ mH.$

3. De stroom in de microfoonketen bij een weerstand van 80 Ohm is:

$$I_1 = \frac{6}{80} = 0{,}075\ A = 75\ mA.$$

Bij een weerstand van 140 Ohm is de stroom:

$$I_2 = \frac{6}{140} = 0{,}043\ A = 43\ mA.$$

De stroomverandering is dus: $I_1 - I_2 = 75 - 43 = 32\ mA.$

4. De weerstand van 1 spoeltje is:

$$R = \frac{S.W \times 1}{q} \quad \text{(zie les 1, par. 6)}$$

Hierin is q de doorsnede, gelijk aan:

$$q = 1/4 \times 3{,}14 \times d \times d = 1/4 \times 3{,}14 \times 0{,}07 \times 0{,}07 = \text{ca. } 0{,}004\ mm^2.$$

$$\text{Dus } R = \frac{0{,}0175 \times 60}{0{,}004} = 262{,}5\ \text{Ohm.}$$

Men heeft in totaal 4 spoeltjes, zodat de totale weerstand is:

$$4 \times 262{,}5 = 1050\ \text{Ohm.}$$

De totale spanning over de koptelefoon is dan:

$$E_t = \frac{0{,}02}{1000} \times 1050 = 0{,}021\ V = 21\ mV.$$

ANTWOORDEN VAN VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 10

1. De frequentie van de zender is:

$$f = \frac{300.000.000}{50} = 6.000.000 \text{ Hz} = 6 \text{ MHz.}$$

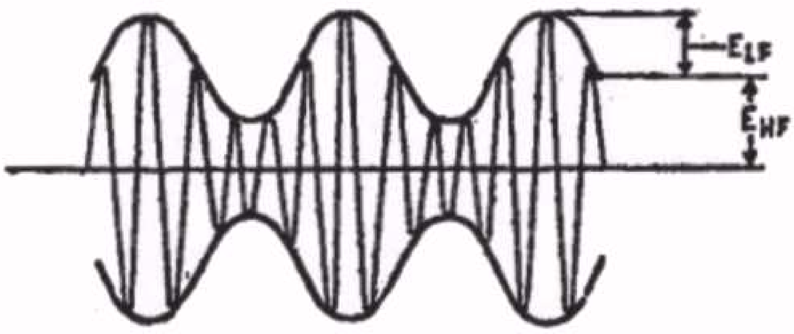
2. De golflengte is:

$$\frac{300.000.000}{5.000.000} = 60 \text{ m}$$

3. De modulatiediepte m is:

$$m = \frac{E_{LF}}{E_{HF}} \times 100\% = \frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

Het beeld van deze gemoduleerde draaggolf is nu:



4. De amplitude van de L.F. trilling is bij 60% modulatiediepte:

$$0,6 \times 10 = 6 \text{ V}$$

t. De impedantie van een seriekring in resonantie is gelijk aan de verliesweerstand, dus 5 Ohm.
De stroom I is dus:

$$\frac{0,1}{5} = 0,02 \text{ A} = 20 \text{ mA.}$$

ANTWOORDEN VAN VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 11

1. Voor het vergroten van het meetbereik van 0 - 1 mA tot 0 - 10 mA, moet parallel aan de meter een shunt-weerstand worden geschakeld.
Men kan deze weerstand berekenen met de formule:

$$Rp = \frac{Rm}{n-1}, \text{ (zie les 5, par. 24a)}$$

waarin $Rm = 5$ Ohm

$$n = \frac{10}{1}$$

Dus $$Rp = \frac{5}{10-1} = \frac{5}{9} \text{ Ohm} = 0{,}56 \text{ Ohm.}$$

De volledige uitslag van de meter wordt verkregen bij een spanning van

$$\frac{1}{1000} \times 5 = \frac{5}{1000} = 0{,}005 \text{ V}$$

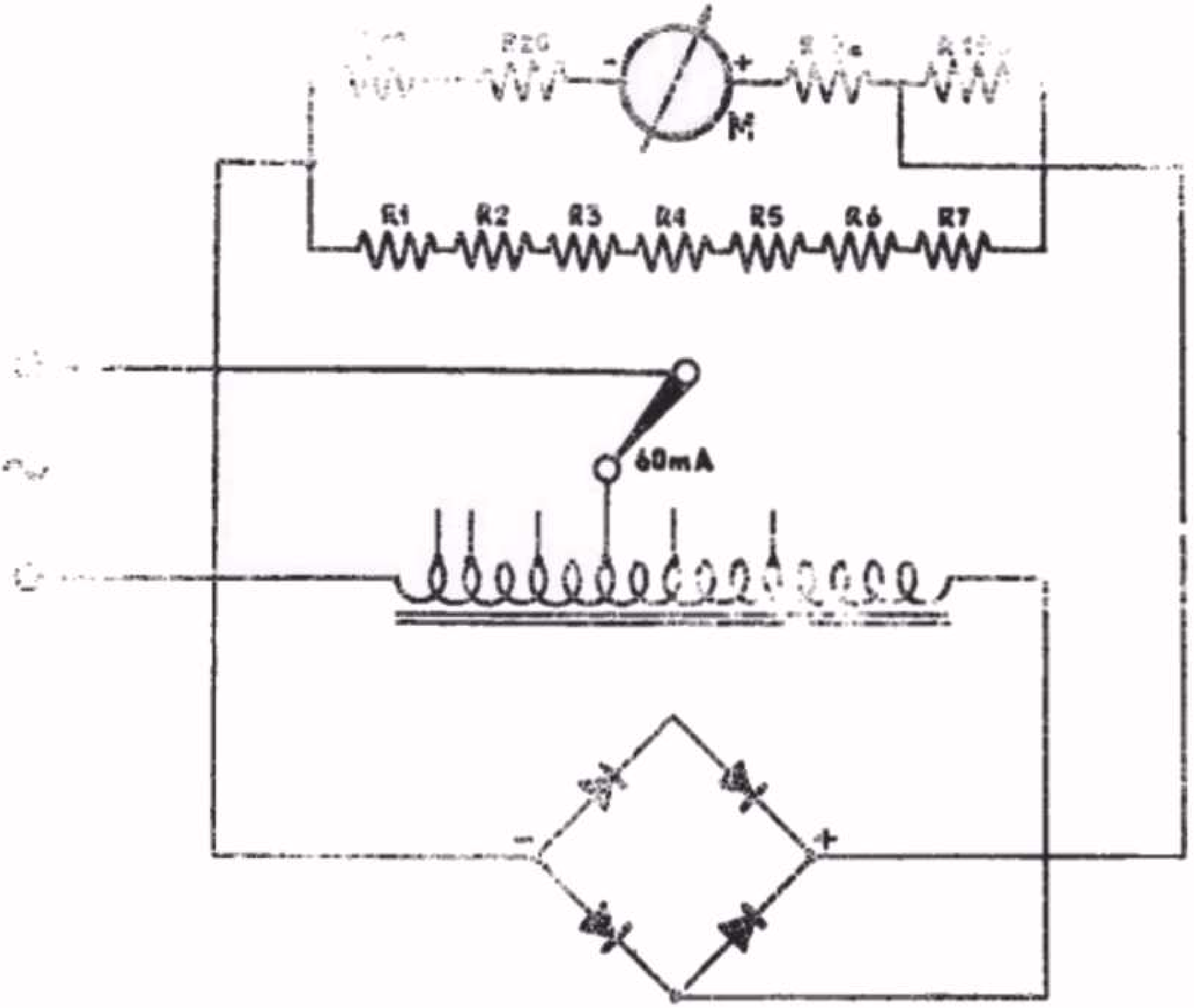
Het spanningsmeetbereik moet worden vergroot tot 50 V. De hiervoor nodige serieweerstand berekent men uit de formule:

$$Rs = (n-1)\, Rm \quad \text{(zie les 5, par. 24b)}$$

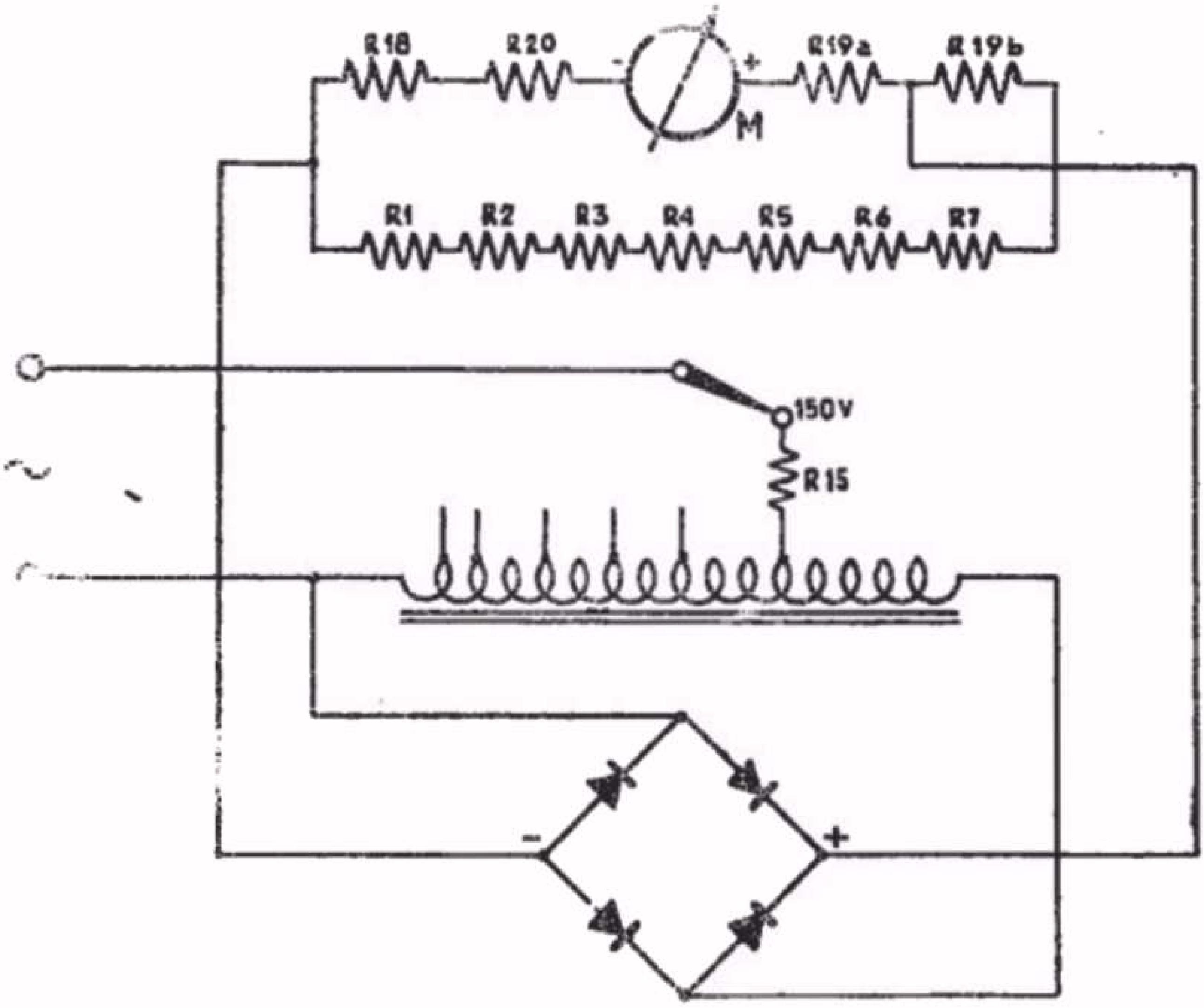
$$\text{waarin } n = \frac{50}{0{,}005} = 10.000$$

$$\text{Dus } Rs = (10.000-1)\, 5 = \text{ca. } 50.000 \text{ Ohm}$$

Het schema in zijn eenvoudigste vorm is:



M
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
60mA
-
+



R18
R20
M
R19a
R19b
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
150V
R15
-
+

ANTWOORDEN VAN VRAGEN EN VRAAGSTUKKEN

LES 12

1. De totale spanning van de in serie geschakelde gloeispanningen is:

$$14 + 12,6 + 14 + 45 + 31 = 116,6 \text{ V}$$

Over de serieweerstand komt dus een spanning te staan, die gelijk is aan 220 - 116,6 = 103,4 V.
De stroom door de weerstand is 100 mA = 0,1 A, zodat de waarde van de weerstand moet zijn: $R = \frac{103,4}{0,1} = 1034$ Ohm.

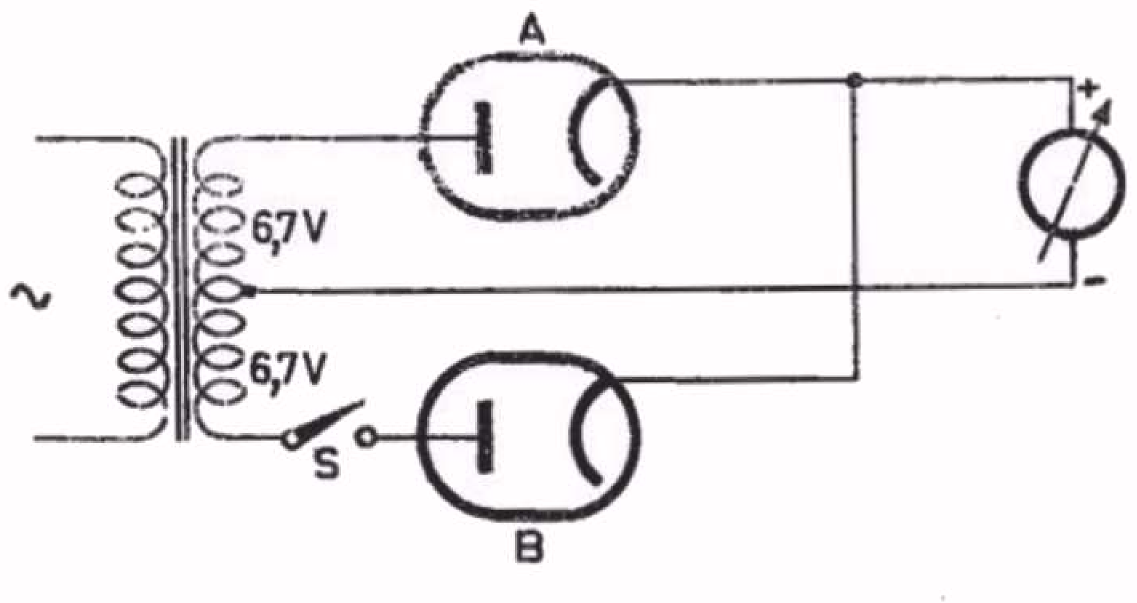
Het vermogen, waarvoor deze weerstand geschikt moet zijn is minstens

$$W = E \times I = 103,4 \times 0,1 = 10,34 \text{ W}.$$

2. De EAF 42 heeft 6,3 V gloeispanning (wisselstroom- of accuvoeding); het is een diode-penthode in Rimlock-uitvoering.
De UL41 is een buis voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding met een gloeistroom van 100 mA. Het is een penthode-eindbuis in Rimlock-uitvoering.
De DL92 is een batterijbuis met een gloeispanning van 1,4 V. Het is een eindbuis in miniatuur uitvoering.
De EF80 is een wisselstroombuis met 6,3 V gloeispanning. Het is een penthode in Noval-uitvoering.
De UCH42 is een buis voor gelijkstroom/wisselstroomvoeding met een gloeistroom van 100 mA. Het is een triode-hexode in Rimlock-uitvoering.

3. Uit de temperatuurkromme T is te zien (2 toppen boven en beneden de nullijn), dat de bromspanning een tweemaal zo hoge frequentie zal hebben als die van de gloeistroom, dus 2 x 50 = 100 Hz.

4.



ANTWOORDEN

LES 13

1. De voordelen van dubbelfasige gelijkrichting ten opzichte van enkelfasige gelijkrichting zijn:

   a) Kleinere rimpelspanning
   b) Dubbele frequentie van de rimpelspanning, waardoorbij dezelfde waarden van de elementen van het afvlakfilter een betere afvlakking wordt verkregen dan met enkelfasige gelijkrichting.

2. De totale lengte van de draad op de smoorspoel is 2500 x 15 cm = 37500 cm 375 m.
   De weerstand van deze draad is;

$$R = \frac{\text{soortgelijke weerstand x lengte (in m)}}{\text{doorsnede (in mm}^2)}$$

   De doorsnede is 1/4 x 3,14 x 0,15 x 0,15 = 0,0175 mm^2

$$R = \frac{0{,}0175 \times 375}{0{,}0175} = 375 \text{ Ohm.}$$

   Over de smoorspoel ontstaat dus een spanningsverlies.

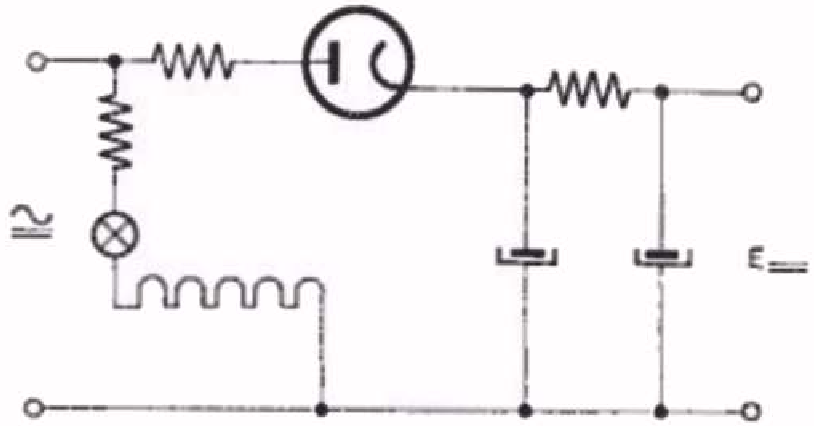
$$E = I \times R = \frac{60}{1000} \times 375 = 22{,}5 \text{ V.}$$

3. De weerstand van de draad op de transformator is

$$R = \frac{0{,}0175 \times 650}{0{,}08} = \text{ca. } 142 \text{ Ohm.}$$

   Het spanningsverlies in de transformatorwikkeling wordt dus $\frac{58}{1000}$ x 142 = ca. 8 V.
   De klemspanning wordt dus ongeveer 450 - 8 = 442 V.

4.



LES 14

1. Trekken we in de Ia/Vg - karakteristieken een driehoek ABC, (zie keerzijde) dan volgt hieruit:

de steilheid $S = \frac{\Delta Ia}{\Delta Vg} = \frac{8}{2,4} = 3,33$ mA/V (ong.)

de inwendige weerstand $Ri = \frac{\Delta Va}{\Delta Ia} = \frac{75}{\frac{8}{1000}} = \frac{75000}{8} \Omega = 9,4 \text{ k} \Omega$ (ong.)

de versterkingsfactor $\mu = \frac{\Delta Va}{\Delta Vg} = \frac{75}{2,4} = 31$ (ong.)

De versterkingsfactor zou ook met behulp van de wet van Barkhausen kunnen worden berekend.

$$S \times Ri = \mu = \frac{3.33}{1000} \times 9400 = 31 \quad \text{(ong.)}$$

Voor een lager gedeelte van de karakteristiek krijgen deze grootheden andere waarden, omdat daar de karakteristiek minder steil is.

2. De dynamische steilheid $Sd = S \frac{Ri}{Ri + Ra}$

Dus $Sd = 3,33 \times \frac{9400}{9400 + 50000} = 0,5$ mA/V (ong.)

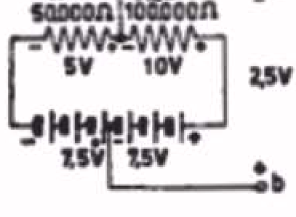
3. De versterking van de buis is:

$$G = \mu \frac{Ra}{Ri + Ra} = 31 \times \frac{50000}{9400 + 50000} = 26 \quad \text{(ong.)}$$

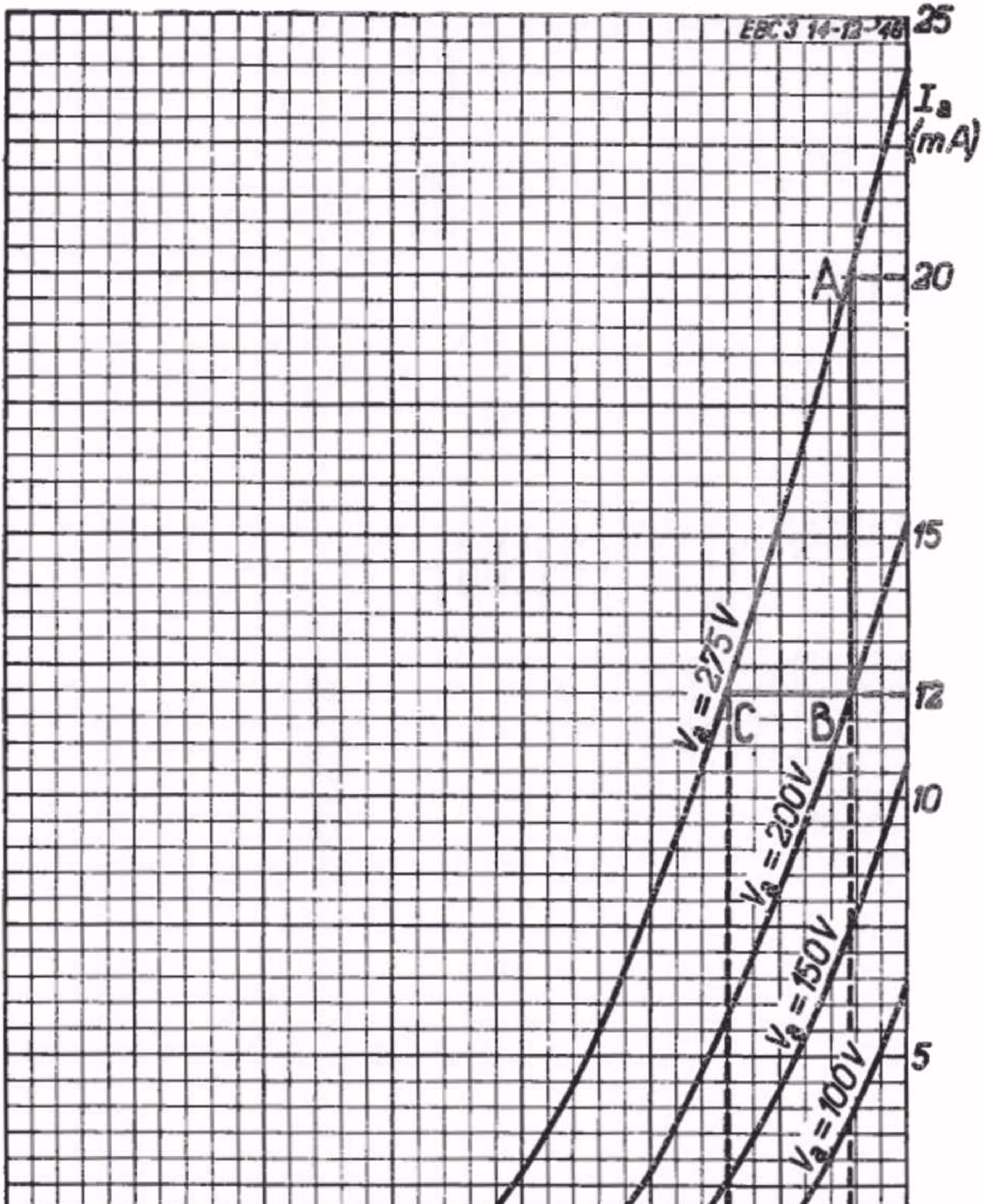
4. Aangezien $S = \frac{\Delta Ia}{\Delta Vg}$, is $\Delta Ia = S \times \Delta Vg$.

Dus $\Delta Ia = 5 \times 2 = 10$ mA.

5. De spanningsverdeling over de weerstanden R1 en R2 wordt als in onderstaande figuur is aangegeven.
Er staan tussen de punten a en b twee spanningen in oppositie: de spanning over R2 van 10 V en de halve batterijspanning van 7,5 V. De totale spanning wordt dus 2,5 V. De polariteit van deze spanning wordt bepaald door de polariteit van de spanning van 10 V. (Zie les 3, par.15d).



* Verzoeke van het vraagstuk 2 (blz. 14) van deze les te schrappen "De voedingsspanning Vb is 250 V", aangezien bij Vb = 250 V het werkpunt bij Vg = -3,5 V (waarvoor de oplossing van vraagstuk 1 geldt) overeenkomt met Ia = 2,25 mA en Va = 137 V. Hierbij is S = ca. 1,7 mA/V.



EBC 3 14-12-'48
25
I_a (mA)
20
15
12
10
5
0
A
B
C
$V_a = 275V$
$V_a = 200V$
$V_a = 150V$
$V_a = 100V$
−15
V_g (V)
−10
−5
−3,5
−1,1
0

ANTWOORDEN

LES 15

1. De anodedissipatie $Wa = Ia \times Va$; dus $Ia = \frac{Wa}{Va} = \frac{9}{250} = 0{,}036$ A = 36 mA

2. De negatieve roosterspanning over de kathodeweerstand is $Vg = Ia \times Rk$;

dus $Rk = \frac{Vg}{Ia} = \frac{4}{\frac{8}{1000}} = \frac{4000}{8} = 500$ Ohm.

3. De transformatieverhouding $n = \sqrt{\frac{7000}{11}} = \sqrt{636} =$ ca 25.

4. Het vermogen is gelijk aan $W = I^2R$;

dus $I^2 = \frac{W}{R} = \frac{4}{4} = 1$. *Dus I = 1 A!!!*

5. a) De versterking van de eerste buis is

$$G = \mu \frac{Ra}{Ri + Ra} = 25 \frac{100.000}{20.000 + 100.000} = 25 \frac{100.000}{120.000} = \text{ca } 20{,}8$$

b) Voor een wisselspanning van 3000 Hz kan de invloed van de koppelcondensator worden verwaarloosd.
Op het rooster van de eindbuis komt dus een wisselspanning van:

$$20{,}8 \times 0{,}1 = 2{,}08 \text{ Veff.}$$

c) In de primaire wikkeling van de uitgangstransformador vloeit dan een stroom van $S \times Vg = 2 \times 2{,}08 = 4{,}16$ mA(eff)

d) De verhouding van primaire stroom I1 tot secundairestroom I2 is juist het omgekeerde van de windingsverhouding (les 7, par. 37).
De secundaire stroom is dus gelijk aan $40 \times 4{,}16 = 166{,}4$ mA(eff).

LES 16

1. De negatieve roosterspanning over de kathodeweerstand bij een penthode is gelijk aan: Vg1 = (Ia + Ig2) Rk;
dus $Rk = \frac{Vg1}{Ia + Ig2} = \frac{3}{\frac{5+1}{1000}} = \frac{3000}{6} = 500$ Ohm.

2. Het spanningsverlies in de weerstand van 0,2 Megohm is:

$$\frac{1}{1000} \times 200.000 = 200 \text{ V.}$$

De schermroosterspanning is dus gelijk aan 250 - 200 = 50 V.

3. Het schema wordt in principe volgens fig. 1a. De meterweerstand Rm staat dus parallel aan de gelijkstroomweerstand van de buis tussen kathode en schermrooster. Deze weerstand is gelijk aan:

$$\frac{Vg2}{Ig2} = \frac{50}{\frac{1}{1000}} = 50.000 \text{ Ohm.}$$

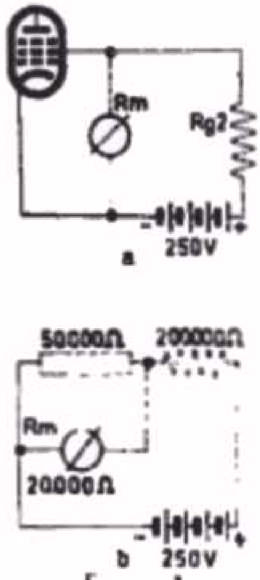


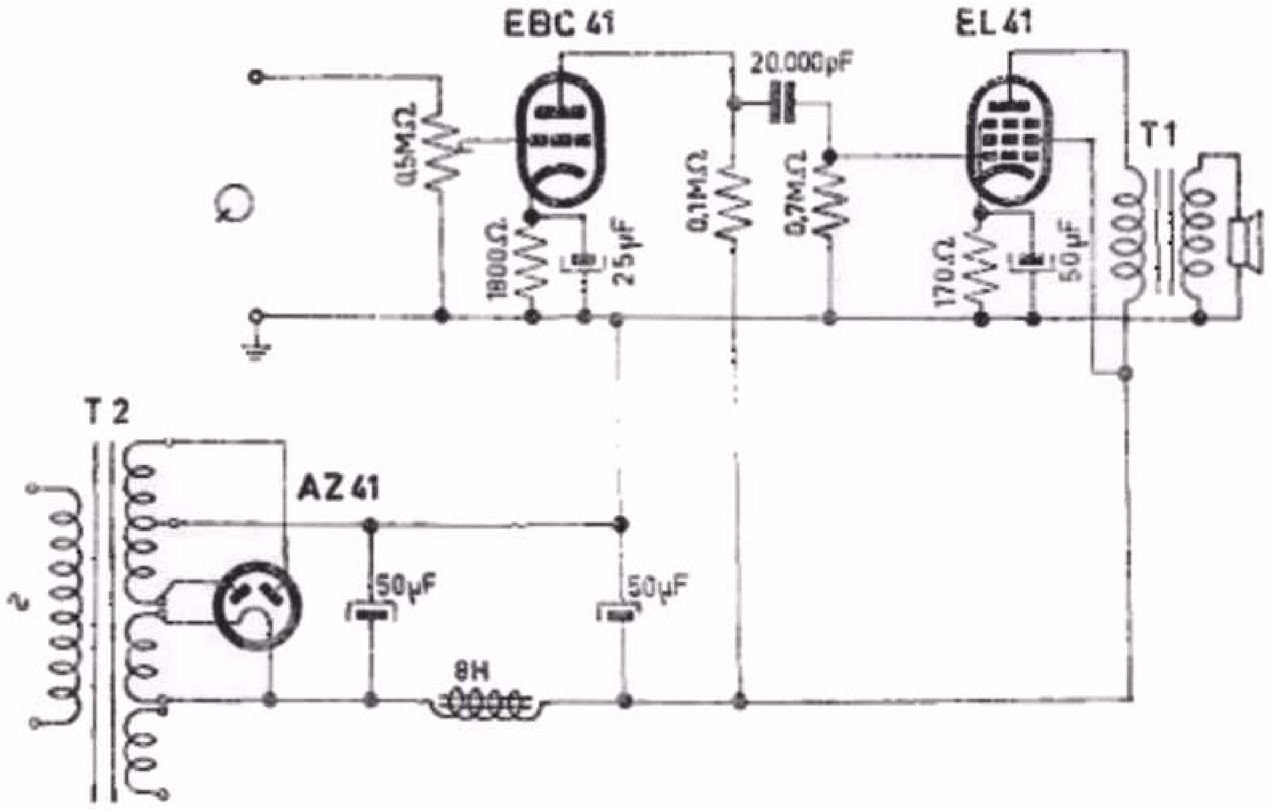
Fig 1

De meterweerstand is 100 x 200 = 20.000 Ohm. Door het aanbrengen van de meter verandert dus het gelijkstroomcircuit (zie fig. 1b) zodanig, dat een lagere spanning wordt gemeten dan de werkelijke spanning is.
We kunnen ook nog uitrekenen hoe groot de gemeten spanning ongeveer zal zijn. De parallelschakeling van 50.000 Ohm en 20.000 Ohm is gelijk aan:

$$Rt = \frac{50.000 \times 20.000}{50.000 + 20.000} = \text{ca } 14.000 \text{ Ohm.}$$

De totale weerstand in de keten wordt dus 14.000 + 200.000 = 214.000 Ohm. Over de meter komt nu een spanning te staan die gelijk is aan:

$$\frac{14.000}{214.000} \times 250 \text{ V} = \text{ca } 16 \text{ V.}$$


EBC 41
EL 41
20.000pF
0,5MΩ
1800Ω
25μF
0,1MΩ
0,7MΩ
170Ω
50μF
T1
T 2
AZ 41
50μF
50μF
8H

ANTWOORDEN LES 17

1. Over de weerstand Rg2 moet een spanning ontstaan van 170 - 100= 70 V. Bij een stroom van 1,75 mA , wordt deze weerstand

$$Rg2 = \frac{70}{\frac{1,75}{1000}} = \frac{70.000}{1,75} = 40.000 \text{ Ohm} = 40 \text{ kOhm.}$$

2. Het gewijzigde schema is aan de keerzijde van dit blad getekend. Voor de negatieve roosterspanning zorgende weerstanden R2-R9-R11 Over R11 moet een spanning van 1,4 V staan. Bij 50 mA door de weerstand, geeft dit voor de weerstand:

$$R11 = \frac{1,4}{\frac{50}{1000}} = \frac{1400}{50} = 28 \text{ Ohm}$$

Over R9 + R11 moet een spanning van 2,5 V staan.

$$\text{Dus } R9 + R11 = \frac{25}{\frac{50}{1000}} = 500 \text{ Ohm} .$$

Hieruit volgt voor R9 = 50 - 28 = 22 Ohm,
Over R2 + R9 + R11 moet 7 V staan.

$$\text{Dus } R2 + R9 + R11 = \frac{7}{\frac{50}{1000}} = 140 \text{ Ohm , en}$$

R2 = 140 - 50 = 90 Ohm.
In R2 gaat een vermogen, gelijk aan $I^2R = \frac{50}{1000} \times \frac{50}{1000} \times 90$ W = 0,225 W verloren.
R2 moet dus minstens een 0,5 W weerstand zijn. Voor R9 en R11 wordt dit vermogen nog kleiner.

3a. Als de primaire wikkeling van de transformator onderbroken wordt zal aan de luidspreker geen wisselstroom worden toegevoerd. De luidspreker zal dus geen geluid geven. Het schermrooster van de EL 41 zal echter nu het grootste gedeelte van de electronen naar zich toe trekken (op de anode staat nu immers geen spanning!), zodat de schermroosterstroom sterk zal toenemen; zo sterk zelfs, dat het schermrooster te heet kan worden en kans op beschadiging van de buis groot is.

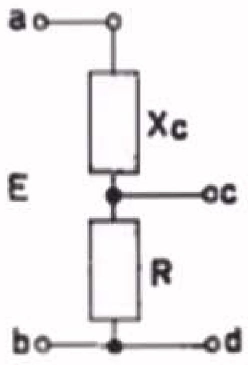
3b. Door de sluiting van C9 zal het schermrooster van de EF 41 rechtstreeks met aarde verbonden worden. De buis werkt nu als een triode, waardoor de versterking aanzienlijk zal dalen. Men bemerkt dus dat de zenders zwakker doorkomen. Bovendien wordt R3 nu direct op de 250 V aangesloten. R3 moet nu een vermogen verwerken, gelijk aan $\frac{E^2}{R} = \frac{250 \times 250}{90.000}$ = ca. 7 W. Aangezien R3 meestal een 1 W weerstand is, zal hij door de sluiting in C9 doorbranden.

ANTWOORDEN REPETITIEVRAGEN LES 18

1. Het vermogen van 5 W wordt nu verdeeld over de twee parallel geschakelde weerstanden van 400 Ohm en 1600 Ohm.
Beide weerstanden zijn op dezelfde spanning aangesloten. Het vermogen, dat in de weerstanden verloren gaat, is gelijk aan $\frac{E^2}{R}$
In de kleinste weerstand gaat dus het meeste vermogen zitten (omdat hierdoor de stroom het grootst is). De weerstanden verhouden zich als volgt:
400 : 1600 = 1 : 4. De 400 Ohm weerstand moet dus berekend zijn op $\frac{4}{5} \times 5 = 4$ W en de 1600 W weerstand moet berekend zijn voor $\frac{1}{5} \times 5 = 1$ W.

2. Aan de primaire zijde wordt een vermogen van $E \times I = 200 \times \frac{25}{1000} =$ 5 W geleverd. Dit vermogen wordt via de transformator aan de weerstand van 5 Ohm geleverd. De gegevens van de weerstand en de transformatieverhouding waren voor de gestelde vraag eigenlijk overbodig.

3. Het schema van dit vraagstuk kan vereenvoudigd worden tot nevenstaand schema.
X_c (de reactantie van C en R vormen een spanningsdeler.)
Voor f = 30 Hz geldt



$$X_c = \frac{1}{6{,}28\ fC} =$$

$$\frac{1}{6{,}28 \times 30 \times \frac{5000}{1.000.000.000.000}} =$$

$$\frac{1.000.000.000.000}{942.000} =$$

ca. 100.000 Ohm = 1 Megohm

Voor f = 30.000 Hz, dus een 1000 x hogere frequentie is X_c 1000 x kleiner, dus gelijk aan 1000 Ohm. In het eerste geval bestaat de spanningsdeler dus uit X_c = 1 Megohm en R = 0,5 Megohm waardoor aan de klemmen c-d minder dan de helft van de spanning aan a-b zal komen.
In de tweede plaats is X_c slechts 1000 Ohm tegen R = 500.000 Ohm. Nu heeft X_c practisch geen invloed en zal de spanning aan c-d nagenoeg gelijk zijn aan E.

4. a. Verwaarlozen we de ohmse weerstand van de luidsprekertransformator dan is de anode- en schermroosterspanning van de EL 41, ten opzichte van aarde 250 V. De anodespanning van de EF 40 is gelijk aan 250 V, verminderd met de spanningsval in R4. Deze spanningsval is Ia x R4 = $\frac{0.86}{1000}$ x 220.000 = ca 190 V. De anodespanning ten opzichte van aarde is dus 250 - 190 = 60V De spanningsval in de schermroosterweerstand R3 is

$$Ig2 \times R3 = \frac{0,18}{1000} \times 1.000.000 = 180 \text{ V.}$$

De schermroosterspanning ten opzichte van aarde is dus 250 - 80 = 70 V.

b. De negatieve roosterspanning van de EF 40 is gelijk aan

$$(Ia + Ig2) \times R2 = \frac{1,04}{1000} \times 1500 = \text{ca } 1,5 \text{ V.}$$

Voor de EL 41 wordt dit:

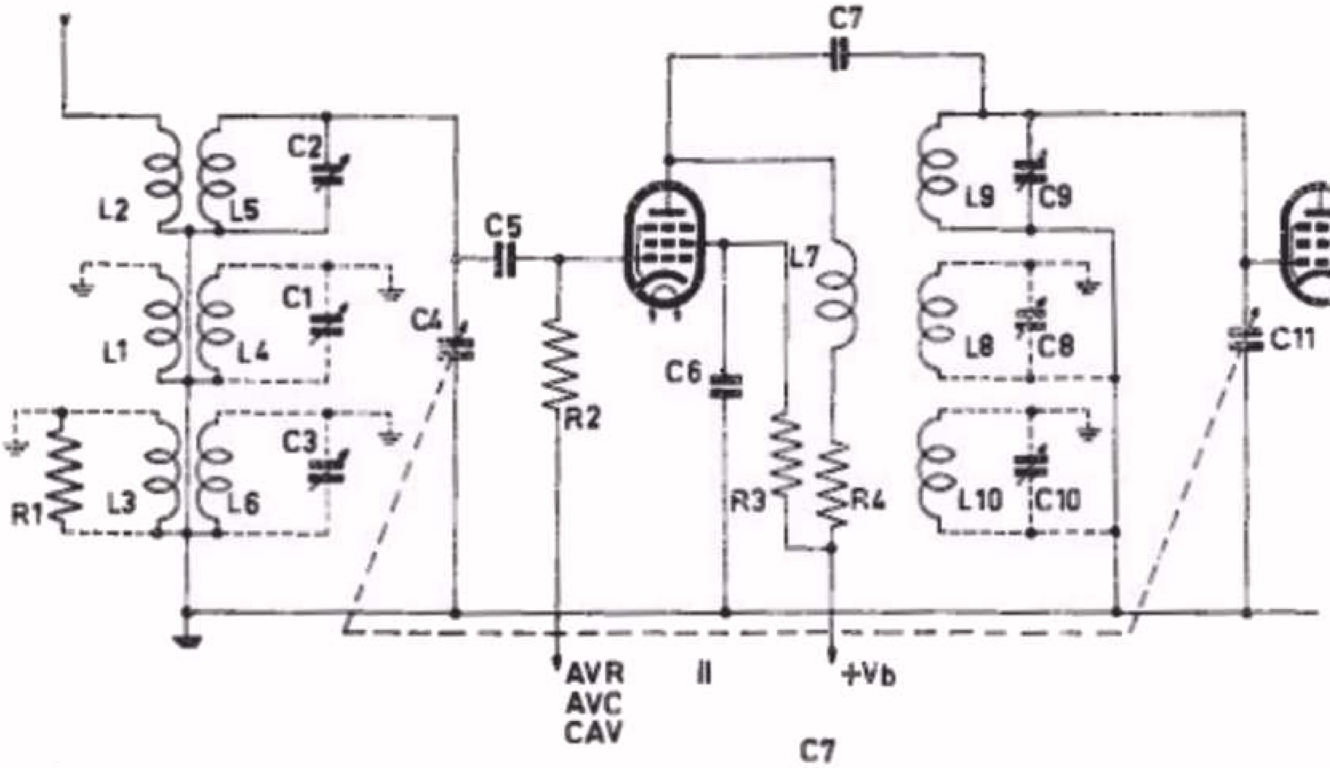
$$\frac{(36 + 5)}{1000} \times 170 = \text{ca } 7 \text{ V.}$$

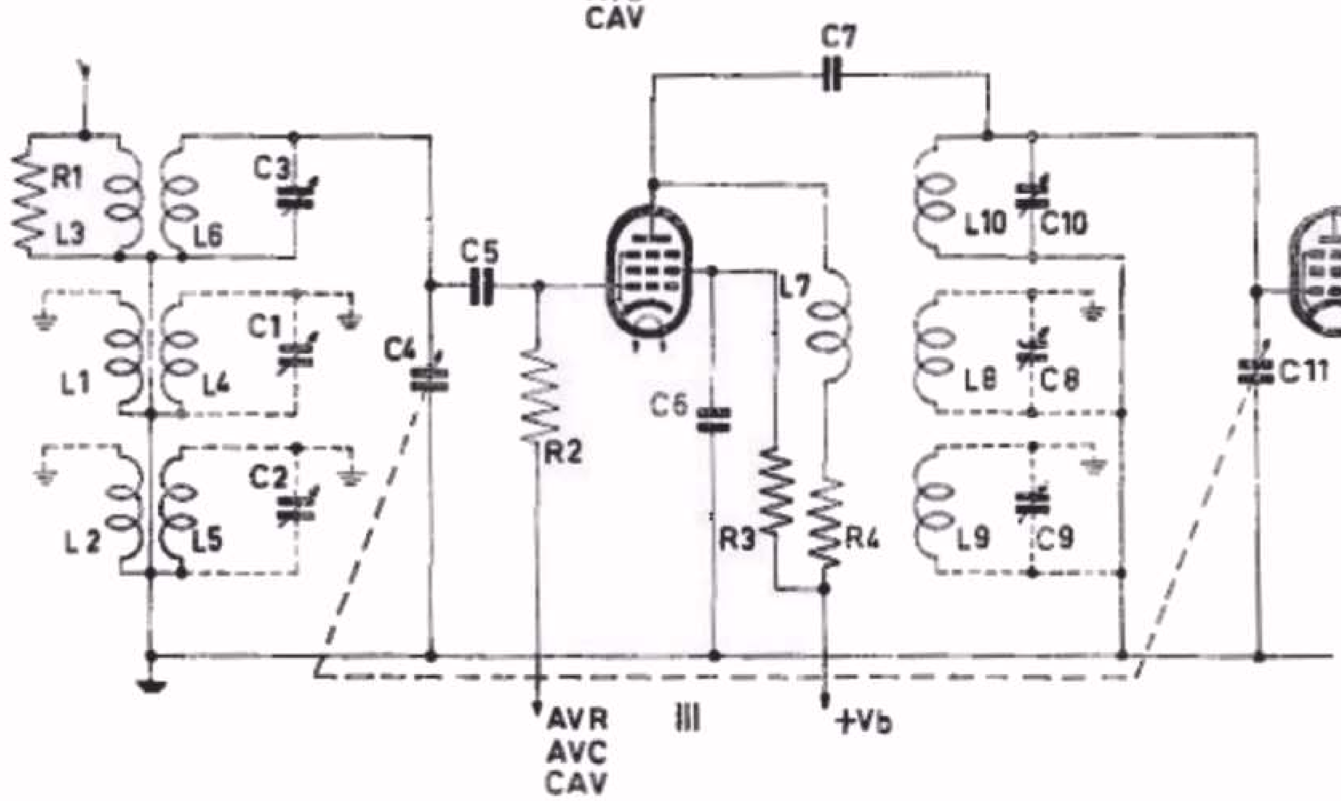
c. Als R3 doorbrandt, krijgt het scherm rooster geen spanning en werkt de EF 40 als een triode. De versterking wordt hierdoor veel kleiner, en de geluidsterkte dus minder.

d. Als C4 onderbreekt, ontstaat over R6 een wisselspanning, die in tegenfase is met de wisselspanning tussen het stuurrooster en aarde. De "nuttige" roosterwisselspanning wordt kleiner en de geluidsterkte dienovereenkomstig minder (zie hiervoor les 15, par. 68).

LES 19

1. De schakeling voor de bereiken II en III is:





2. a. Door de onvolledige afvlakking van de rimpelspanning over C22 zal het apparaat brommen.

   b. 1. G2 van de EF41 krijgt geen positieve spanning. De versterking van de H.F. versterker zal vrijwel tot nul worden gereduceerd. Het apparaat zal zeer ongevoelig worden.

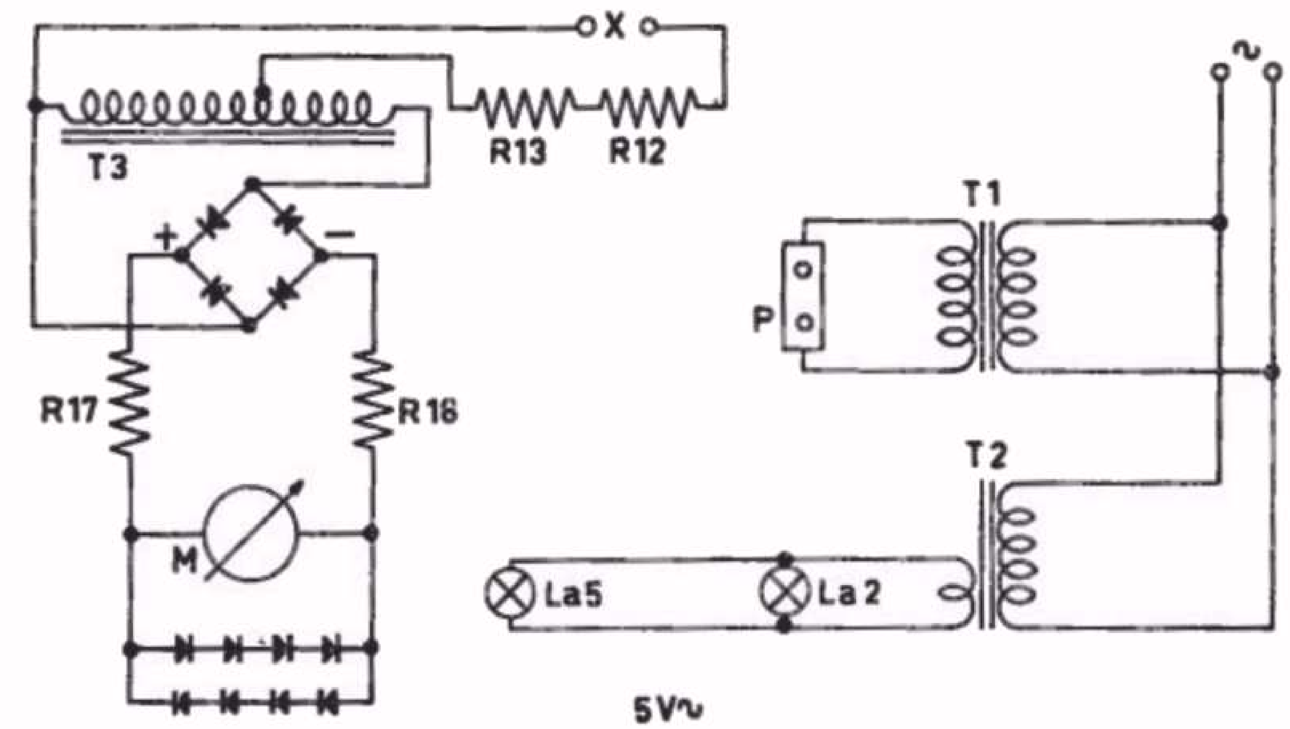
      2. R3 komt parallel aan C21 te staan, dus over R3 komt de volle voedingsspanning. Hierdoor kans op overbelasting (verbranden) van R3.

   c. De L.F. spanning over R8 kan het stuurrooster van de EL41 niet bereiken. Het apparaat geeft geen geluid. (Door de bedradingscapaciteit tussen R8 en R10 zal een zeer kleine koppelcapaciteit blijven bestaan. Hierdoor worden de hoge frequenties van muziek en spraak nog een weinig doorgelaten. We zullen daarom veelal nog een zachte, doch zeer hoog getimbreerde, weergave kunnen waarnemen).

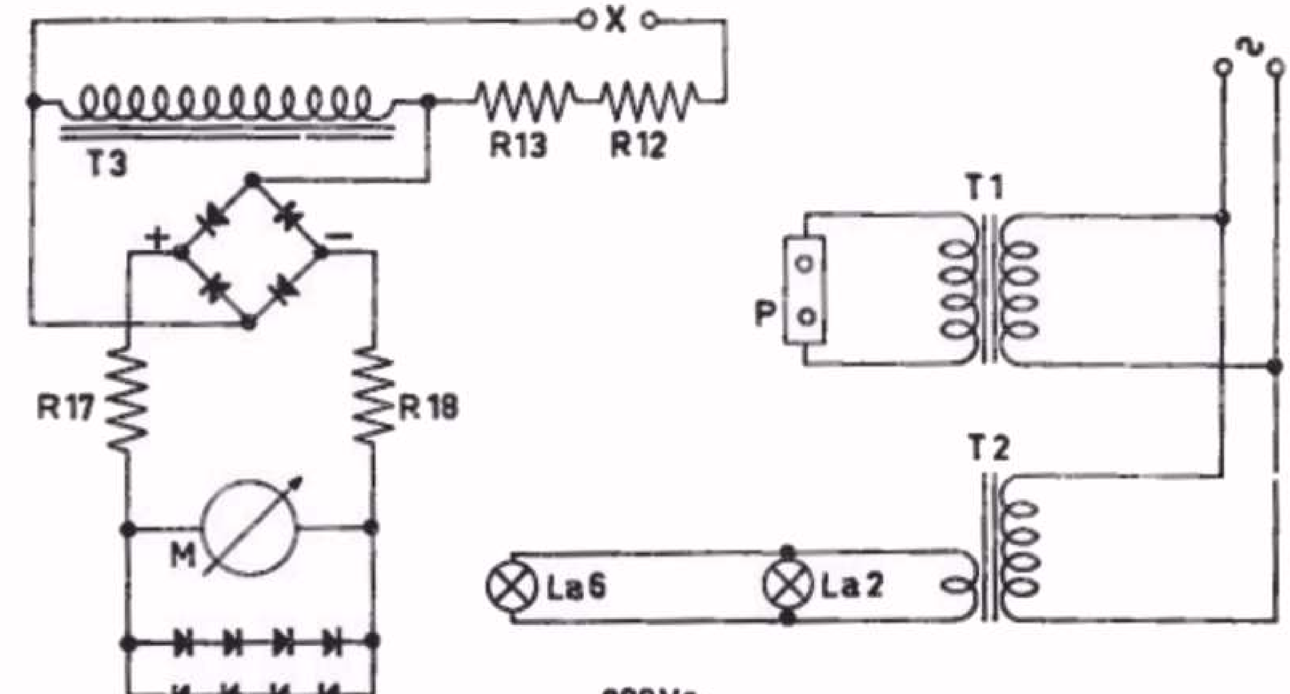
ANTWOORDEN

LES 20

1. De schakelingen voor de meetbereiken 200 V en 5 V zijn:



5V~



200V~

2. $Rx = R \cdot \frac{A}{B} = 3000 \cdot \frac{1}{3} = 1000\,\Omega$

3. a. De anodevoeding van het triodegedeelte van de EBC 41 is niet meer ontkoppeld. Kans op L.F. genereren van het L.F. gedeelte van de ontvanger. Dit openbaart zich door kikkeren of een constante giltoon.
   b. Door het wegvallen van de buffercondensator constateren we 2 verschijnselen, n.l.:
      1. Verlaging van de afgegeven gelijkspanning. Hierdoor wordt de ontvanger minder gevoelig.
      2. Zeer grote rimpelspanning. Hierdoor wordt een hinderlijke brom merkbaar.
   c. Voedingstransformator en AZ 41 worden zwaar overbelast. Bij de AZ41 kans op emissie-verlies of gloeidraadbreuk. Bij de transformator extra verhitting van de 2 x 285 V wikkeling; dit kan tot verbranding van de isolatie leiden.

ANTWOORDEN

LES 21

1. a. 720 kHz; 1720 kHz; 6,22 MHz en 20,22 MHz
   b. 1430 kHz; 2430 kHz; 6,93 MHz en 20,93 MHz
   c. 3500 kHz; 4500 kHz; 9,- MHz en 23,- MHz.

2. De ontvangen frequentie en de spiegelfrequentie liggen 2 x de M.F. uit elkaar.
   Bij een hoger M.F. wordt dus deze afstand evenredig groter. Hierdoor zal de spiegelfrequentie (door de H.F. afstemkringen) meer worden verzwakt.
   Wanneer bij KG ontvangst veel waarde wordt gehecht aan vrijheid van storing door zenders werkende op de spiegelfrequentie, dan is een extra hoge M.F. voordelig.

3. Door in serie met R1 een mA meter op te nemen. Deze meter moet tussen R1 en het chassis worden geschakeld. Als de schakeling oscilleert zal de meter de roosterstroom aanwijzen. Oscilleert de schakeling niet, dan vertoont de meter geen uitslag.
   Bij de meeste Triode-Hexode mengbuizen moet de roosterstroom ca. 0,2 mA bedragen.

ANTWOORDEN

LES 22

1. 1e door berekening.
De afgegeven gelijkstroom is $\frac{E}{R} = \frac{250}{50.000} = 0,05$ A = 50 mA.
In les 13 paragraaf 60 wordt dit aangegeven.
De rimpelspanning over C1 wordt:

$$1,7 \times \frac{50}{50} = 1,7 \text{ V eff.}$$

Om de rimpelspanning over C2 te kunnen bepalen moeten we eerst de verhouding $X_L : X_C$ weten.

$X_L = 6,28 \times f \times L = 6,28 \times 100 \times 4 =$ ca 2500 Ohm.

(als netfrequentie is 50 Hz aangenomen).

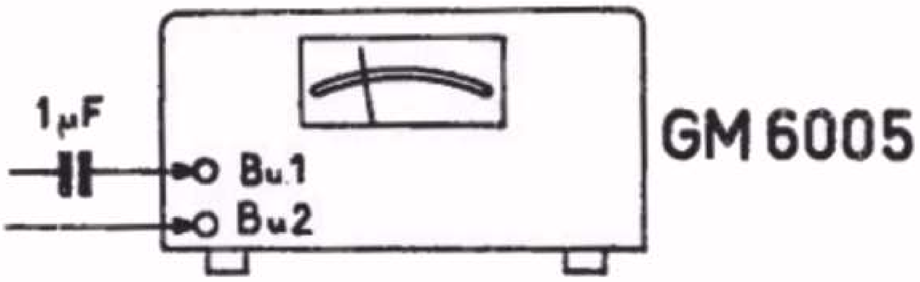
$$X_C = \frac{1}{6,28 \times f \times C} = \frac{1}{6,28 \times 100 \times \frac{50}{1.000.000}} = \text{ca } 32 \text{ Ohm}$$

$\frac{X_L}{X_C}$ is dus ca 133.

De rimpelspanning over C2 wordt dus ca $\frac{1}{133} \times 1,7$ V = ca 0,0128 V eff

= ca 12,8 mV eff.

2e door meting.
Met de GM 6005 kunnen deze spanningen direct worden gemeten.
Om te verhinderen dat de gelijkspanning over C1 en C2 de meting beinvloedt, moet deze met behulp van een condensator van ca 1 µF worden tegengehouden.
Deze condensator moet in serie geschakeld worden met de aansluitklem Bu1.



2. We kennen de transformator formule:

Transformatie verhouding $n = \sqrt{\frac{Rp}{Rs}}$

We kunnen hiervoor ook schrijven: $Rs = \frac{Rp}{n^2}$

In ons geval is:
Rp = 7000 Ohm. $n = \frac{3160}{100} = 31,6$; dus $n^2 = 31,6 \times 31,6 = 990,56$

We mogen dit gerust afronden op 1000.

Dan wordt Rs = $\frac{7000}{1000}$ = 7 Ohm.

De luidspreker moet dus een weerstand van 7 Ohm hebben (zie les 15 paragraaf 70).

3a. Door de onderbreking van de verbinding L5-C10 zal de afstemkring gevormd door L5 en C11, niet meer op het te ontvangen signaal afgestemd zijn.
De ontvanger zal daardoor minder gevoelig en minder selectief zijn.

3b. 1. Er zal geen toonregeling mogelijk zijn (zie les 16 paragraaf 76).
2. Wordt R10 ingesteld op een kleine weerstandwaarde, dan bestaat er grote kans op verbranden van R10.
(De volledige L.F. wisselspanning over L6 staat nu ook over R10).

ANTWOORDEN

LES 23

1. Frequentiebereik II
   a. H.F.-kring
   Het frequentiebereik is 1622 - 517 kHz.
   De verhouding van maximum- en minimumfrequentie is dus

$$\frac{1622}{517} = 3,13$$

   De verhouding van minimum- en maximumcapaciteit wordt dus

$$3,13 \times 3,13 = 9,79$$

   b. Oscillatorkring
   Het frequentiebereik hiervan is (1622 + 452) - (517 + 452) kHz = 2074 - 969 kHz.
   De frequentieverhouding is dus $\frac{2074}{969} = 2,14$
   De verhouding van mininum- en maximumcapaciteit wordt dus 2,14 x 2,14 = 4,57.

   Frequentiebereik III
   a. H.F.-kring
   De frequentieverhouding is nu $\frac{285}{152} = 1,87$
   De capaciteitsverhouding wordt dan 1,87 x 1,87 = 3,49

   b. Oscillatorkring
   De frequentieverhouding is hier nu $\frac{285 + 452}{152 + 452} = \frac{737}{604} = 1,20$

   Dit geeft een capaciteitsverhouding van 1,20 x 1,20 = 1,44

2. De gelijkspanning over R9-R13-R12, welke gebruikt wordt voor de AVR, zal nu de stuurroosters van B1 en B2 niet bereiken. Hierdoor blijven deze buizen op maximum versterking ingesteld. Bij sterke zenders zal nu de wisselspanning aan het stuurrooster van B2 groter worden dan de roosterruimte van de buis. Dit heeft vervorming van de modulatie tot gevolg.
   Bij zwakke zenders blijft de roosterwisselspanning van B2 binnen toelaatbare waarden.

3. 1. We schakelen parallel aan Rk een condensator. De waarde hiervan wordt nu zo gekozen dat $X_c = \frac{1}{6,28 \times f \times C}$ voor de lage frequenties groter - doch voor de hoge frequenties kleiner is dan Rk. Voor de hoge frequenties krijgen we dan minder tegenkoppeling, dus meer versterking.
   2. Nu wordt een condensator parallel aan R geschakeld. X_c moet nu voor de hoge tonen kleiner dan R zijn. Hierdoor voor de hoge frequenties meer tegenkoppeling, dus minder versterking.

4. We krijgen nu geen tegenkoppeling, maar meekoppeling, daar de aan Rk teruggevoerde spanning in fase is met de oorspronkelijke spanning. Hierdoor kan L.F. oscilleren (gillen) van de versterker optreden. Soms is dit oscilleren zo sterk dat kikkeren (motorboating) optreedt.

ANTWOORDEN

LES 24

1. Totaal geen ontvangst op een bepaald frequentiebereik duidt op het niet functionneren van de oscillator op dat bereik. Er heeft dan geen frequentie-transformatie plaats en we ontvangen niets. Wanneer de antennekring voor dat bereik defect is, blijft er bijna altijd nog een zwakke ontvangst over. In ons geval komen dus de volgende onderdelen in aanmerking.

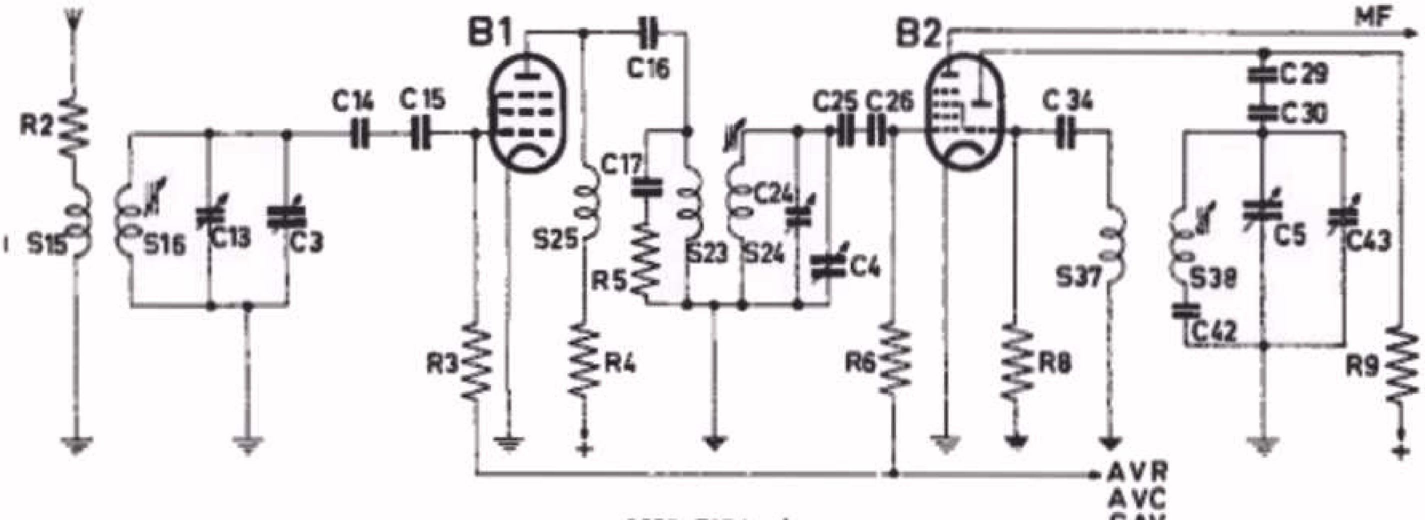
   1. S10-S11-S12 kunnen onderbroken zijn.
   2. C14 kan onderbroken zijn.
   3. C15 kan sluiting hebben. (C6-R12-C13-R5 en R6 vallen buiten beschouwing. Deze doen op de bereiken II en III ook dienst en daar functionneert het apparaat goed).
   4. De frequentiebereikschakelaar SK1 kan geen goed contact maken.

2. De gebruiker geeft aan dat de verschillende zenders op de juiste plaats van de afstemschaal worden gevonden. Dit is een aanwijzing dat het oscillatordeel goed functionneert. Bij afstemmen op een zender wordt steeds de oscillatorfrequentie zo ingesteld dat het verschil tussen de oscillatorfrequentie en de te ontvangen frequentie gelijk is aan de middenfrequentie van de ontvanger. Indien nu het frequentieverloop van het oscillatordeel foutief is, worden de stations op een foutieve plaats op de afstemschaal ontvangen. We moeten hier dus de fout in het H.F. afstemdeel zoeken. S26-C7-S5-C9-C5 en C11 vallen buiten beschouwing. Deze onderdelen zijn ook op de bereiken I en III in bedrijf. De volgende onderdelen kunnen dus de oorzaak zijn:

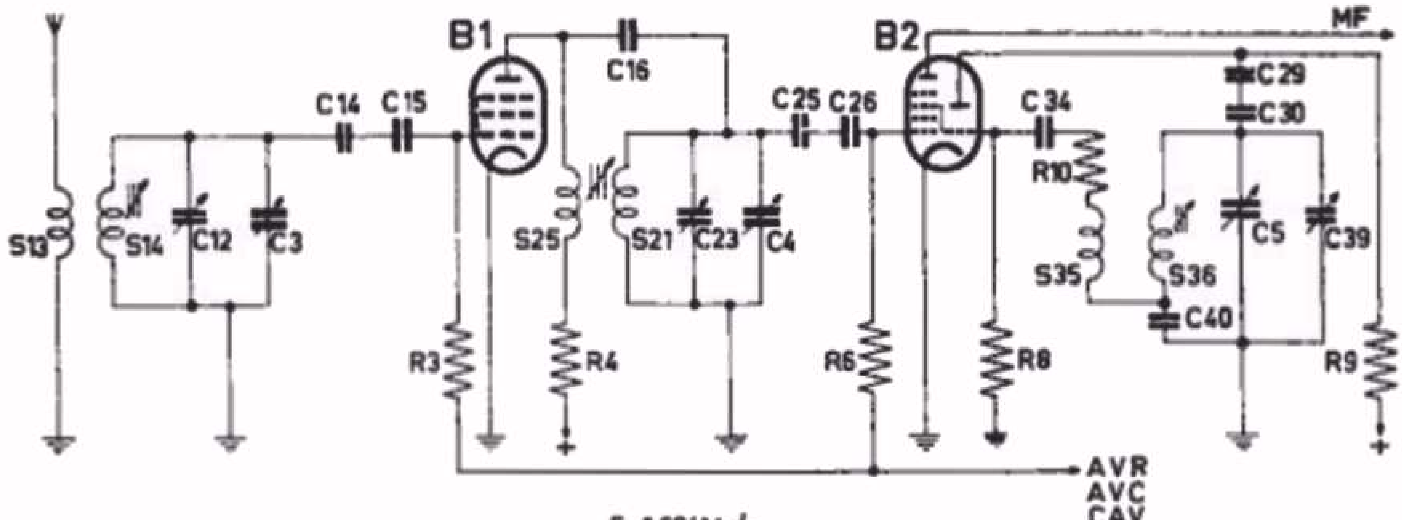
   1. C4 kortgesloten.
   2. S7 of S8 onderbroken.
   3. SK2 maakt geen goed contact.

3.

   zie tekeningen ommezijde.



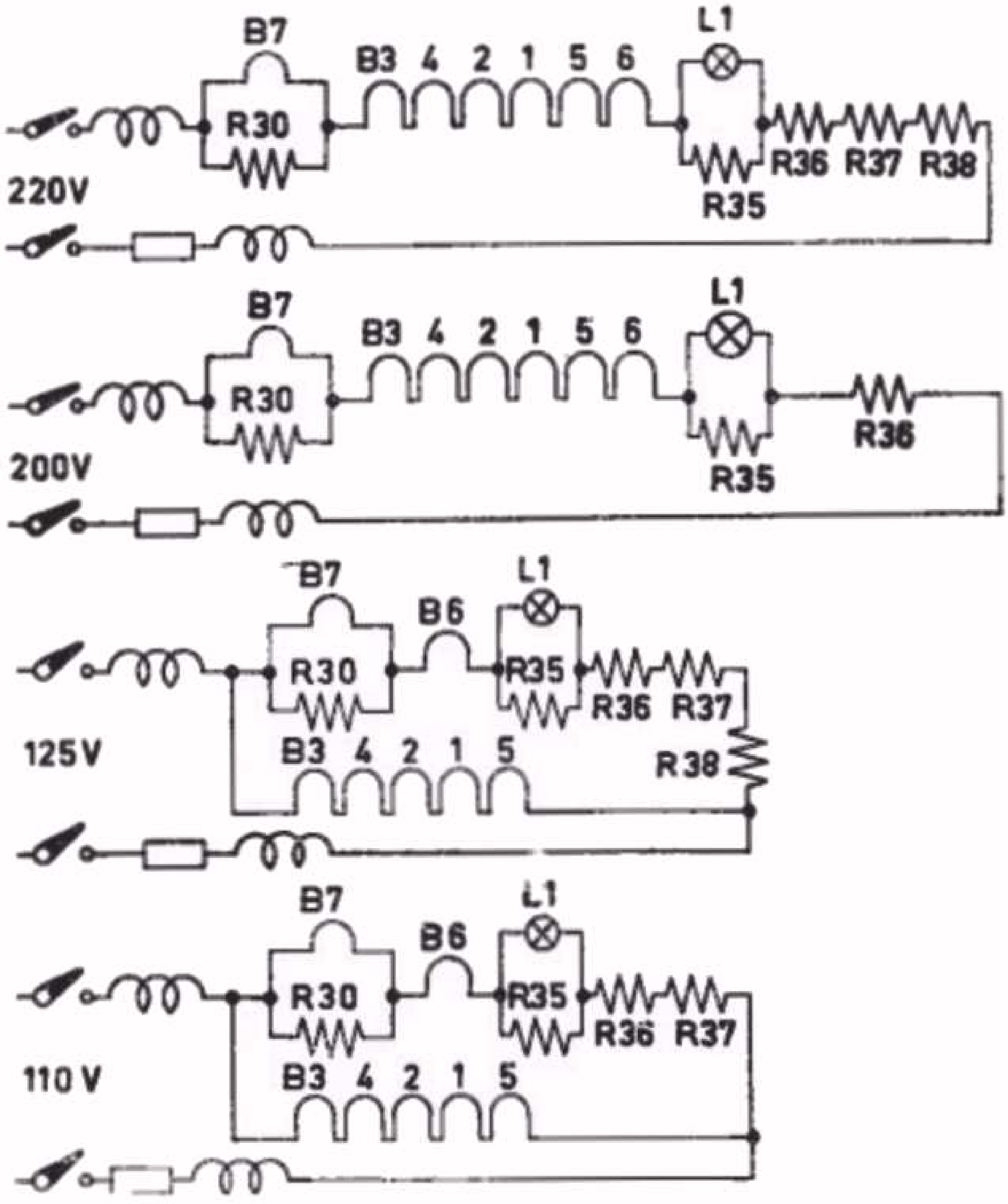
1622-517 kc/s



5-1,604Mc/s

LES 25.

1.



2. In de gloeistroomketen vloeit een stroom van 100 mA. Aangezien de DM 71 slechts een gloeistroom van 25 mA neemt, moet door R30 een stroom van 75 mA passeren. Bij een spanning van 1,25 V geeft dit een waarde voor R30 van

$$\frac{1,25}{0,075} = \text{ca. } 17 \text{ Ohm}$$

Door R38 vloeit een stroom van 100 mA. Het vermogen is dus gelijk aan I x I x R = 0,1 x 0,1 x 50 = 0,5 W.

3. Als R36 doorbrandt, zal de buis B6 niet meer functionneren; het toestel geeft dus geen geluid.
Aangezien R36 dient ter voorkoming van de inschakelstroomstoot, zal vervanging door een gewone koolweerstand tot gevolg hebben, dat het schaalverlichtingslampje L1 doorbrandt.
Verder bestaat het gevaar dat ook B7 (DM71) doorbrandt, aangezien deze buis een zeer dunne gloeidraad heeft.

ANTWOORDEN

LES 26

1. Door de kortsluiting van C19 krijgt de EBC41 geen negatieve roosterspanning. Bij een zwak signaal zal de ontvangst nog goed zijn, maar zodra de signaalsterkte op het rooster van de EBC41 toeneemt, zal er roosterstroom gaan lopen, waardoor de weergave wordt vervormd.

2. Door de onderbreking van de halve secundaire wikkeling van de nettransformator zal de AZ41 als enkelfasige gelijkrichter gaan werken. De rimpelspanning wordt groter en de frequentie van deze spanning wordt gelijk aan de netfrequentie (zie les 13). Men zal dus een bromtoon waarnemen. Tevens zal de gelijkspanning dalen, waardoor de weergave zachter wordt.

3. De klacht van ijlklinkend geluid duidt op een niet doorkomen van de lage frequenties van het LF-signaal. De fout zal dan ook zeer waarschijnlijk worden veroorzaakt door een onderbreking in de koppelcondensator C13 of C15. Door de parasitaire bedradingscapaciteit zal altijd nog enige capacitieve koppeling aanwezig zijn, zodat een zwak geluid bestaande uit de hoogste frequenties zal doorkomen.

4. Het geluid is weer zwak, maar de kwaliteit van het geluid is goed. Nu moet de fout in het gedeelte vóór de detector worden gezocht. Deze fouten kunnen zijn:
   a. De kringen zijn ontregeld.
   b. C4 is kortgesloten; de koppeling tussen de HF-kringen ontstaat dan alleen door parasitaire capaciteiten.
   c. C7 of C12 is onderbroken; de koppeling geschiedt dan nog door de parasitaire bedradingscapaciteit.
   d. R3 is onderbroken; de EF41 functionneert dan als triode, waardoor de versterking aanzienlijk minder is.
   e. C9 heeft kortsluiting; hierdoor zal R3 op den duur doorbranden.

ANTWOORDEN VAN DE REPETITIEVRAGEN

LES 27

1. De ontkoppelweerstand en condensator moeten een waarde hebben van ca. 50.000 Ohm respectievelijk 50.000 pF. Deze waarde is zodanig gekozen dat de weerstand niet te veel spanningsverlies veroorzaakt, terwijl de reactantie van de condensator van 50.000 pF voor de bromfrequentie (meestal 2 x de netfrequentie) klein is ten opzichte van de weerstand van 50.000 Ω .
   Het vermogen waarvoor deze weerstand geschikt moet zijn is:
   $$I \times I \times R = 0{,}001 \times 0{,}001 \times 50.000 = 0{,}05 \text{ W.}$$

2. Eerst moet de minimale en de maximale waarde van de serieschakeling C5 - C30 worden bepaald. Deze waarden zijn:

   voor minimum capaciteit van C5: $\frac{10 \times 500}{10 + 500} = \frac{5000}{510} = 9{,}8$ pF

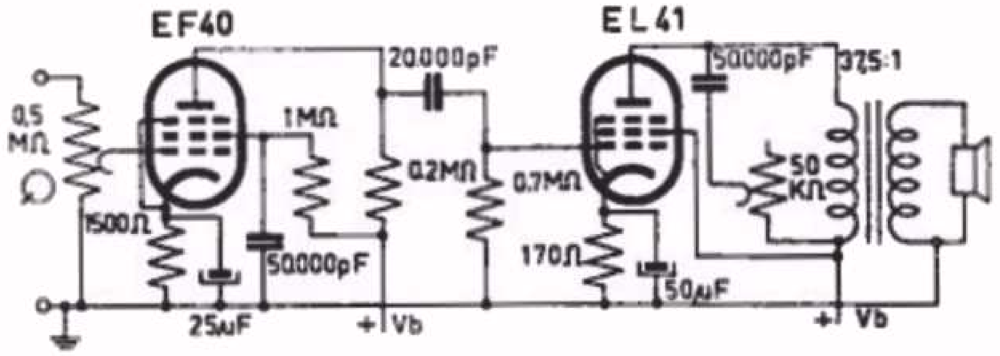
   voor maximum capaciteit van C5: $\frac{490 \times 500}{490 + 500} = \frac{245.000}{990} = 247{,}4$ pF.

   Parallel aan deze serieschakeling is C33 geschakeld. De vervangingswaarde voor C5 - C30 en C33 is dus:
   minimum waarde = 59,8 pF
   maximum waarde = 297,4 pF
   Hiermede is nog in serie C31 geschakeld. Wij kunnen nu dus de totale afstemcapaciteit berekenen. Dit geeft:

   minimum capaciteit: $\frac{59{,}8 \times 180}{59{,}8 + 180} = \frac{10.764}{239{,}8} = 45$ pF

   maximum capaciteit: $\frac{297{,}4 \times 180}{297{,}4 + 180} = \frac{53.532}{477{,}4} = 112$ pF

3.



4. Voor de spiegelfrequentie geldt:
   spiegelfrequentie = hoogfrequentie + 2 x middenfrequentie.
   Voor dit geval dus:
   Spiegelfrequentie = 1400 kHz + 2 x 475 kHz = 2350 kHz.
   De oscillatorfrequentie is gelijk aan de hoogfrequentie plus middenfrequentie.
   Dus de oscillatorfrequentie is 1400 + 475 = 1875 kHz.

ANTWOORDEN

LES 28

1. Het toestel zal een scherp geluid geven en de weergave zal zwakker zijn, aangezien door de te kleine koppelcapaciteit alle lage frequenties zeer sterk worden verzwakt.
   De lekweerstand heeft een waarde van ca 0,7 Megohm;de reactantie X_C van C32 is voor 500 Hz ca 400.000 ohm. Er treedt dus voor deze frequentie en lager een grote spanningsdeling op.

2. Uit het feit, dat het toestel sterk ruist, blijkt dat het voedingsgedeelte werkt en alle buizen in bedrijf zijn.
   Bij een fout tussen de antenne en het stuurrooster van B1, zal vrijwel altijd, weliswaar sterk verzwakt, het H.F. signaal op het rooster van B1 terechtkomen. In dit geval zullen sterke zenders nog hoorbaar zijn (zie vraag 4 les 26).
   Er wordt dus blijkbaar geen menging tot stand gebracht. De fout moet daarom in die onderdelen van de oscillator-schakeling worden gezocht, die voor alle frequentiebereiken in bedrijf zijn.
   De oorzaak kan zijn:
   a. R6 onderbroken; de oscillator triode krijgt dan geen anodespanning.
   b. Verbinding naar C12 onderbroken.
   c. Sluiting in C6 of in de bedrading tegenover aarde.
   Bij onderbreking van C13 of R5 blijkt soms de oscillator op een bepaald frequentiegebied toch nog te werken.

3. Zoals het woord sperkring het reeds zegt, moet C7-S26 signalen met de middenfrequentie sperren of tegenhouden. Als dus een M.F. signaal aan de antennebus wordt toegevoerd, mag dit signaal zo weinig mogelijk in de ontvanger doordringen. Als de kring C7-S26 is afgestemd, zal de uitgangsmeter dus een minimum uitslag vertonen (zie ook les 23 paragraaf 101).

ANTWOORDEN

LES 29

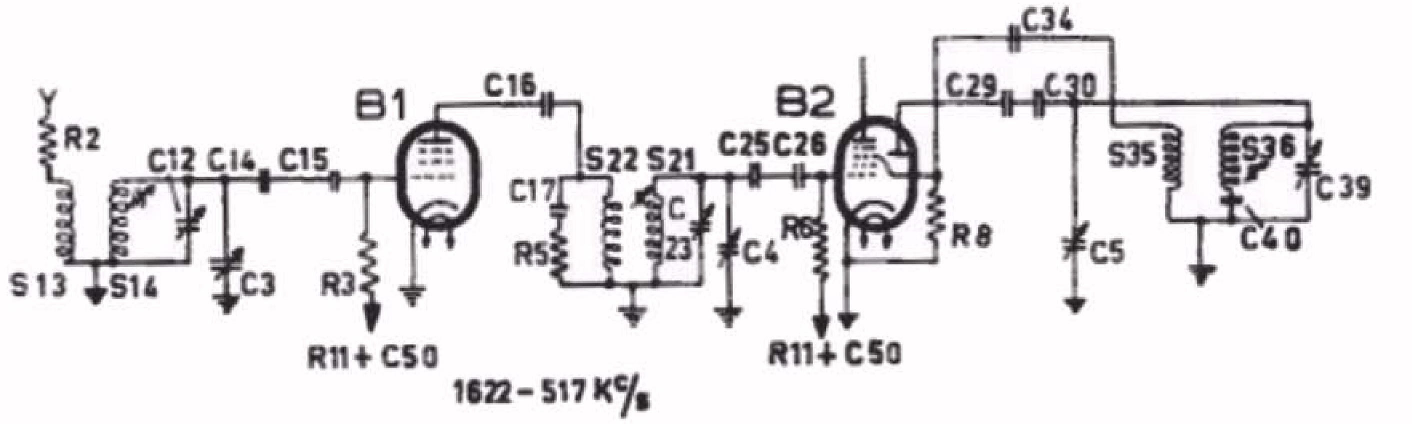
1. R16 is de toonregelaar.Deze kan nu niet functionneren.De klacht zal dus zijn: Toonregelaar werkt niet.

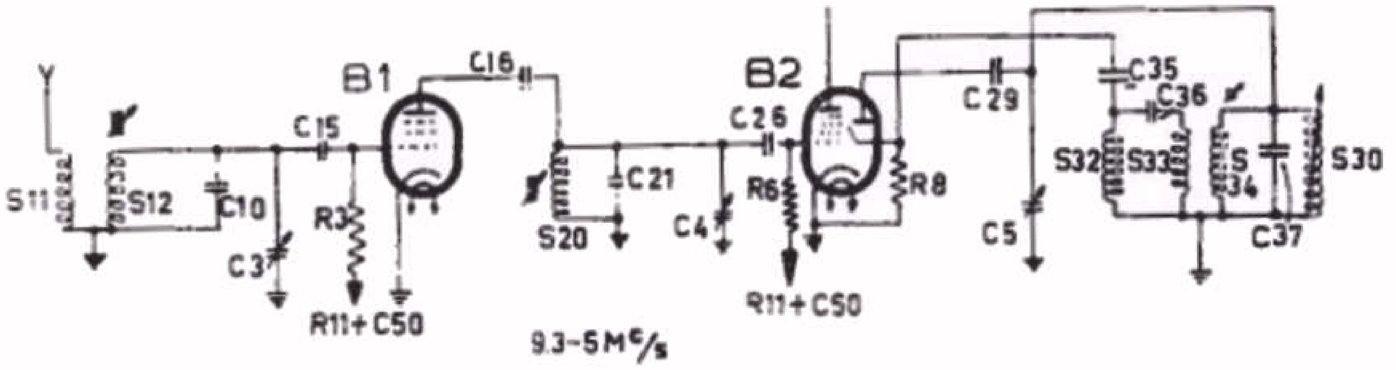
2. C28 is onderbroken. Nu treedt ook geen variatie in de tegenkoppeling op bij draaien van R16.

3. Bij gramofoon weergave is SK3 omgeschakeld. De pick-up is verbonden met de volumeregelaar R12-R13; de kathodeleiding van B2 is voor gelijkstroom onderbroken.
   Er kunnen nu 2 fouten zijn:
   a. C31 heeft sluiting. De kathode van B2 blijft dus met aarde verbonden. B2 functionneert normaal voor radio-ontvangst.
   b. Het linker schakelaar contact van SK3 blijft hangen, waardoor de kathode van B2 met aarde doorverbonden blijft.

LES 30

1.



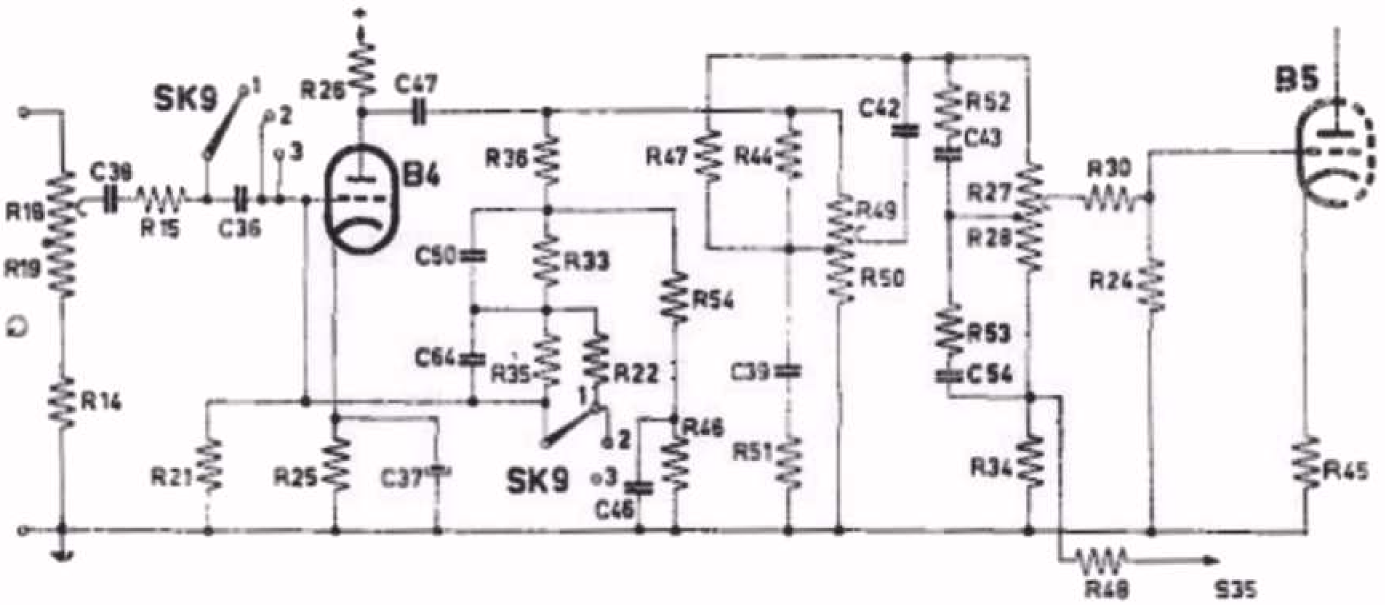


2. Het niet werken van B7 kan worden veroorzaakt door:
   a. De weerstanden R28 en R29 zijn onderbroken.
   b. De verbinding van de anode en de weerstanden R28-R29 met punt 5 van B5 (zie fig. 4) is onderbroken, bijvoorbeeld door een slecht soldeercontact.
   c. De weerstand R27 is onderbroken, waardoor het rooster van B7 geen regelspanning krijgt toegevoerd.
   d. De condensator C60 heeft kortsluiting, zodat de regelspanning tegenover aarde wordt kortgesloten.

3. Uit het feit dat het toestel in alle andere golfbereiken goed functionneert, blijkt dat de fout in het oscillatorgedeelte voor het middengolfgebied schuilt (bij een fout in het H.F. gedeelte vóór de mengbuis zal het toestel meestal nog wel spelen, zij het veel zwakker, en gaat de ontvangst vergezeld van hevig geruis).
   De oorzaken kunnen zijn:
   a. Een onderbreking in de spoelen S35 of S36.
   b. De lippen van de schakelaar secties SK1 en SK2, waarmede S35 en S36 zijn verbonden, maken geen contact.
   c. Een onderbreking in de condensator C40 of in de aansluitingen van deze condensator met S36 of aarde.
   d. Kortsluiting in de trimmercondensator C39.
   De andere onderdelen van het oscillator gedeelte zijn ook in bedrijf in de andere golfgebieden, zodat deze onderdelen in orde zullen zijn.

LES 31

1.



2. In dat geval bestaat de eindtrap uit een enkele eindbuis, zodat het uitgangsvermogen, dat aan de luidspreker wordt geleverd, veel minder wordt; het geluid wordt dus zwakker.
Bij grote signaalsterkte zal vervorming optreden, aangezien de eindbuis zodanig is ingesteld, dat het werkpunt meer links op de karakteristiek ligt dan bij normale A-instelling. De linker helft van de sinusspanning zal hierdoor afgeplat worden, hetgeen een vervormde sinusvorm tot gevolg heeft.

3. De oorzaak kan zijn:
   a. De extra luidspreker is defect of de kabelverbinding van de extra luidspreker met het toestel.
   b. Er is een onderbreking in de verbinding vande transformatorwikkeling S34 met de bussen voor de aansluiting van de extra luidspreker.

4. Als een van de gelijkrichtbuizen defect geraakt, moet de overgebleven gelijkrichtbuis de stroom leveren voor het gehele ontvangtoestel. Dit is niet mogelijk,zodat de voedingsspanning zal dalen en hierdoor de versterking van de buizen en het uitgangsvermogen van de eindbuizen zal dalen. De geluidsterkte zal dus zwakker worden.
Bovendien wordt de goede gelijkrichtbuis te zwaar belast, zodat verwacht kan worden dat deze buis vrij spoedig defect geraakt, zodat daarna het ontvangtoestel in het geheel niet meer speelt.

ANTWOORDEN

LES 32

1. Het M.G.-gebied heeft een frequentiebereik van ca 500-1500 kHz. Het frequentiegebied beslaat dus 1000 kHz.
   Aangezien bij F.M. met een frequentieband van 2 x 75 kHz = 150 kHz gerekend moet worden, zou in het M.G.-gebied voor slechts 6 zenders plaats zijn.

2. De reikwijdte zal zijn:
   $4\sqrt{400} + 4\sqrt{16} = 4 \times 20 + 4 \times 4 = 96$ m.

3. De dipool moet een lengte hebben, die gelijk is aan een halve golflengte.
   a. Een frequentie van 1000 kHz komt overeen met een golflengte van $\frac{300.000}{1000} = 300$m. De dipool zou dus een lengte van 150 m moeten hebben.
   b. Frequentie 15 MHz = 15.000 kHz.
   Golflengte is $\frac{300.000}{15000} = 20$ m.
   Lengte dipool moet dus 10 m zijn.
   c. Frequentie 100 MHz = 100.000 kHz.
   Golflengte is $\frac{300.000}{100.000} = 3$ m.
   Lengte dipool moet dus 1 1/2 m zijn.

4. a. De lekweerstand van de oscillatortriode is met aarde verbonden, in plaats van met de kathode.
   b. Hierdoor krijgt het oscillatorrooster een extra, vaste, negatieve roosterspanning (= de spanning over de kathodeweerstand) toegevoerd. De oscillator zal daardoor moeilijker oscilleren, hetgeen vooral aan het einde van het golfgebied tot uiting komt.

ANTWOORDEN

LES 33

1. Door de onderbreking van S43 is de detectorketen onderbroken. In de schakeling zal nog wel enige capacitieve overdracht plaats hebben, waardoor de ontvanger nog zwakke ontvangst van FM-zenders zal geven, waarschijnlijk vergezeld van ruis.

2. C68 zorgt voor de amplitudebegrenzing. Zodra deze condensator buiten werking is, zal meer hinder van electrische storingen en ruis worden ondervonden.

3. C23 is een rolblokcondensator, die altijd een zekere zelfinductie bezit. Voor de hoge frequenties vormt C23 daarom geen voldoende ontkoppeling. Daarom is parallel aan C23 een keramische condensator, C22, (die practisch zelfinductie-vrij is) aangebracht.

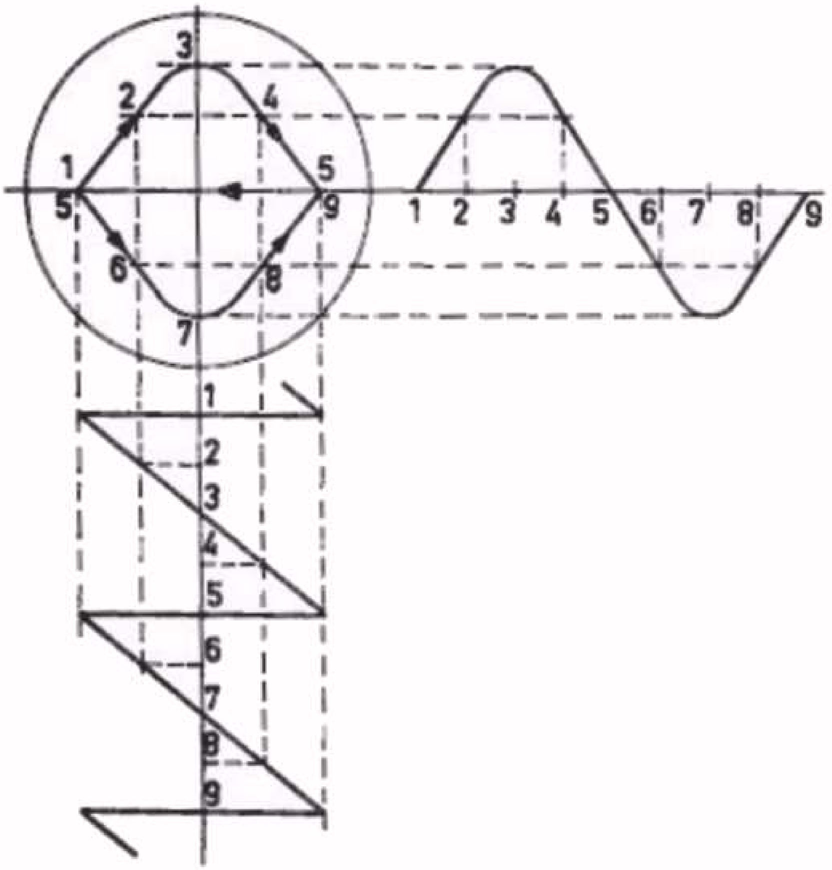
4. $Rt = \frac{R12 \times R21}{R12 + R21} = \frac{39 \times 56}{39 + 56} = \frac{2184}{95} = 23\ k\Omega$

ANTWOORDEN

LES 34

1. De zaagtand-generator moet worden ingesteld op $\frac{175}{3}$ = 58 1/3 Hz.

2.

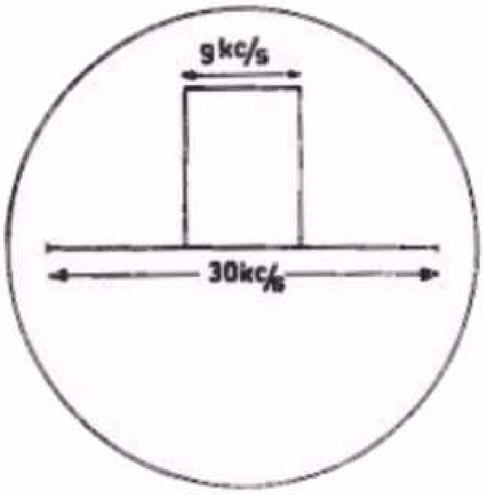


3. Uit les 2 volgt dat de totale weerstand van een aantal parallel geschakelde weerstanden met dezelfde waarde gelijk is aan die weerstandswaarde gedeeld door het aantal. Als men dus drie weerstanden van 1500 Ω neemt, wordt de totale weerstand $\frac{1500}{3}$ = 500 Ω.
Elke weerstand is geschikt voor een vermogen van 1 W, zodat de drie parallel geschakelde weerstanden tezamen een vermogen van 3 W kunnen opnemen.

ANTWOORDEN

LES 35

1.



2. Voor de resonantiefrequentie van een kring geldt:

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{LC}}$$ (zie les 10)

a. Voor een capaciteit van 50 pF geeft dit:

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{\frac{250}{1.000.000} \times \frac{50}{1.000.000.000.000}}} =$$

$$\frac{1}{6,28\sqrt{\frac{12.500}{1.000.000.000.000.000.000}}} = \frac{1}{6,28 \quad \frac{11,2}{100.000.000}} =$$

$$\frac{100.000.000}{70} = \text{ca } 1.430.000 \text{ Hz} = 1430 \text{ kHz}.$$

b. Voor een capaciteit van 500 pF wordt dit:

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{\frac{250}{1.000.000} \times \frac{500}{1.000.000.000.000}}} =$$

$$\frac{1}{6,28\sqrt{\frac{125.000}{1.000.000.000.000.000.000}}} = \frac{1}{6,28 \quad \frac{11,2}{32.000.000}} =$$

$$\frac{32.000.000}{70} = 457.000 \text{ Hz} = 457 \text{ kHz}.$$

3. De spanningsval in de schermrooster-serieweerstand is 250 - 80 = 170 V.

De weerstand is dus $\frac{170}{\frac{0,8}{1000}} = \frac{170.000}{0,8} = 212.500\ \Omega = 212,5\ k\Omega$

Bij een stroom van 0,5 mA is de spanningsval gelijk aan:

$$\frac{0,5}{1000} \times 212.500 = 106,25\ V.$$

De schermroosterspanning zal nu zijn:

$$250 - 106,25 = 143,75\ V.$$

4. Voor een serieschakeling van 2 condensatoren geldt:

$$\frac{1}{Ct} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}$$

Alles uitgedrukt in pF geeft:

$$\frac{1}{800} = \frac{1}{2400} + \frac{1}{C2}$$

$$\frac{1}{C2} = \frac{1}{800} - \frac{1}{2400} = \frac{3}{2400} - \frac{1}{2400} = \frac{2}{2400} = \frac{1}{1200}$$

Dus C2 = 1200 pF

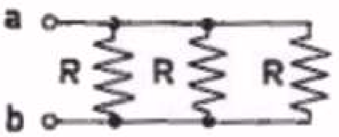
ANTWOORDEN

LES 36

1. Aangezien de ontvanger bij radio-ontvangst normaal werkt, behoeft de fout niet in het electrische gedeelte gezocht te worden.
   De oorzaken kunnen zijn:
   a. Het rechter schakelaar contact van SK3 in fig. 1 van les 29 sluit niet.
   b. Onderbreking in het verbindingssnoer van pick-up naar de aansluitbussen voor de opnemer van de ontvanger.
   c. Onderbreking in het spoeltje, (in geval van een magnetische pick-up) of defect kristal-element bij een kristal pickup.

2. Verbindingssnoer van pick-up is niet afgeschermd of afscherming is niet geaard.

3. De schakeling wordt:



   Dus $R_t = \frac{300}{3} = 100\ \Omega$

4. De transformatieverhouding is:
   $\frac{n}{1} = \sqrt{\frac{Rp}{Rs}}$ (zie les 15).

   Dus $\frac{n}{1} = \sqrt{\frac{4000}{10}} = \sqrt{400} = \frac{20}{1}$.

   Het vermogen van 4W wordt door de eindbuis aan de weerstand van 10 Ω toegevoerd.
   Aangezien $W = I^2 \times R$, is $I^2 = \frac{W}{R}$ en

   $$I = \sqrt{\frac{W}{R}}$$

   Dus $I = \sqrt{\frac{4}{10}} = \sqrt{0,4}$ = ca 0,63 A

ANTWOORDEN

LES 37

1. Men kan parallel aan de potentiometer een zodanige weerstand aanbrengen, dat de totale weerstand 50.000 Ω bedraagt. De schakeling wordt dus als hiernaast is aangegeven.
Voor de berekening van Rx gaan we uit van de formule(zie les 2):

$$Rt = \frac{R \times Rx}{R + Rx}$$

Alle weerstanden in kΩ uitgedrukt, geeft:

$$50 = \frac{450 \times Rx}{450 + Rx} \quad \text{of}$$

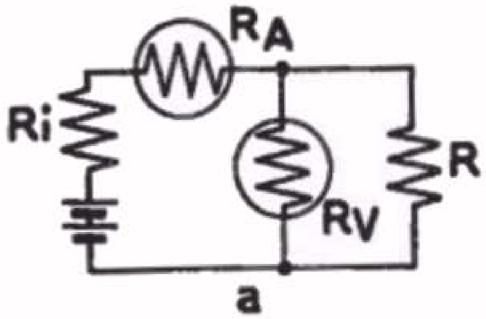
$$50 \times 450 + 50\,Rx = 450\,Rx$$

$$22500 = 450\,Rx - 50\,Rx = 400\,Rx$$

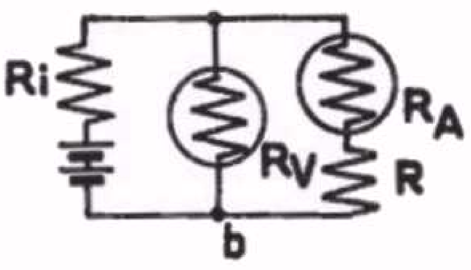
$$\text{Dus } Rx = \frac{22500}{400} = \frac{225}{4} = \text{ ca } 56\ k\Omega.$$

2. De oorzaak van de brom zal de smoorspoel zijn. Deze had weliswaar een zelfinductie van 8 Henry bij 60 mA; zodra echter een stroom van 100 mA door de spoel vloeit, zal de zelfinductie aanzienlijk dalen. De verklaring hiervoor is als volgt:
In les 6, par.27, is verteld dat de zelfinductie een factor is, die uitdrukt hoe groot de inductiespanning is bij een bepaalde stroomverandering in de spoel.
Nu is de inductiespanning weer afhankelijk van de veldverandering bij een bepaalde stroomverandering. Bij beschouwing van fig. 15 in les 4 ziet men dat in punt K de veldverandering gelijk is aan 1000 Gauss bij een stroomvariatie van 5 mA. In punt C daarentegen is de veldverandering zeer klein bij dezelfde stroomvariatie. Een geringe veldverandering bij een bepaalde stroomvariatie betekent een geringe inductiespanning,en dus een kleine zelfinductie. Hieruit volgt dat de zelfinductie in punt K groot is, en in punt C daarentegen zeer klein.

3. Voor de berekening van de gevraagde stromen en spanningen kunnen wij de schema's a en b het beste veranderen in onderstaande figuren.



a



b

a. De totale weerstand in de keten is:

$$Rt = Ri + R_A + \frac{R_V \times R}{R_V + R} = 5 + 10 + \frac{600 \times 150}{600 + 150} = 5 + 10 + 120 = 135\,\Omega.$$

De stroom, die de meter A zal aanwijzen is dus:

$$I_A = \frac{4,5}{135}\,A = \frac{4500}{135}\,mA = 33\ 1/3\ mA.$$

De spanning, die de voltmeter aanwijst, is gelijk aan de spanning over de parallelschakeling van R_V en R. Deze parallelschakeling heeft een weerstand van $120\,\Omega$. De spanning, die de voltmeter V aanwijst, is dus gelijk aan:

$$V_V = \frac{33\ 1/3 \times 120}{1000} = 4\ V.$$

b. De totale weerstand in de keten is nu:

$$Rt = Ri + \frac{R_V \times (R_A + R)}{R_V + R_A + R} = 5 + \frac{600 \times (150 + 10)}{600 + 150 + 10} =$$

$$5 + \frac{600 \times 160}{760} = 5 + 120 = 125\,\Omega.$$

De stroom in de totale keten is dus:

$$I = \frac{4,5}{125}\,A = \frac{4500}{125}\,mA = 36\ mA.$$

De spanning, die de voltmeter zal aanwijzen is gelijk aan de totale stroom x de vervangingsweerstand van de parallcltakken. Dus

$$V_V = \frac{36 \times 120}{1000} = 4,3\ V.$$

De stroom door de mA-meter A is:

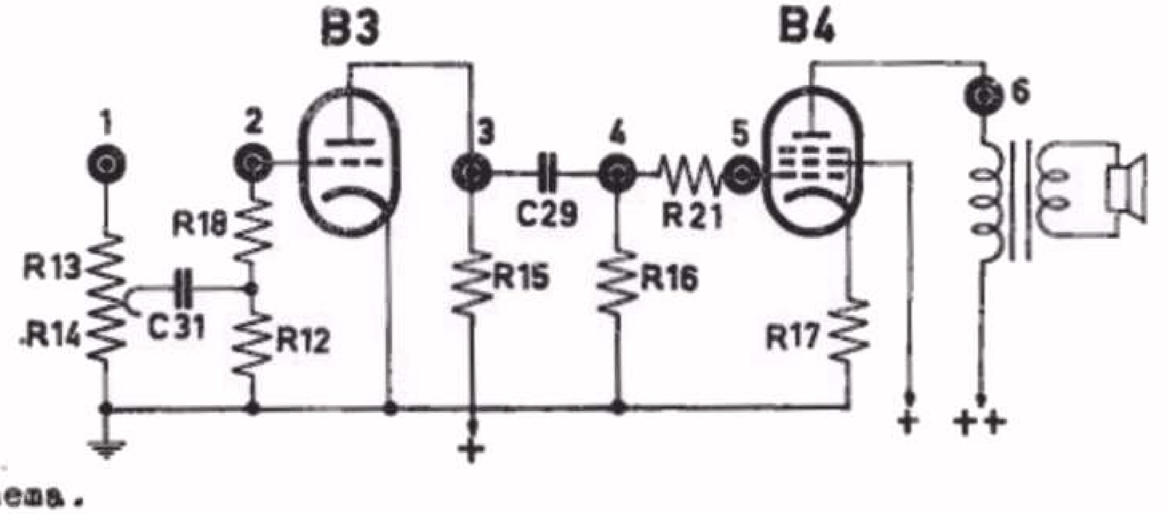
$$I_A = \frac{4,3}{150 + 10}\,A = \frac{4300}{160}\,mA = 27\ mA.$$

LES 38

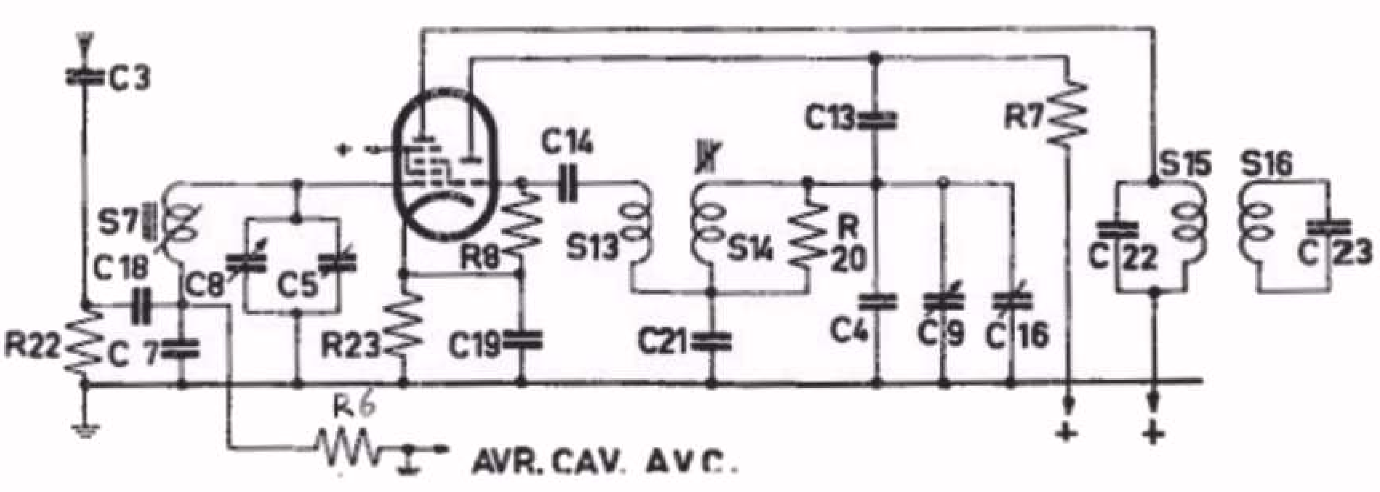
1 De oorzaken kunnen zijn:
   a. Geen spanning- netschakelaar defect.
   b. Onderbroken weerstand R5, R4, R3 of R2 (Bij onderbreking van L1 of R19 blijft meestal een van beide onderdelen nog intact en de gloeidraadketen gesloten).
   c. Slecht soldeercontact van de gloeidraadaansluitingen in de buishouders van B1, B2, B3, B4 of B5 of van de verbindingen aan de spanningscaroussel.
   d. Onderbreking of slecht contact van de doorverbindingen van de spanningscaroussel.
   e. C1 en/of C2 heeft sluiting.
   f. R1 onderbroken.

2. De fout kan zijn:
   a. R2, R3, R4, R5 of R19 en L1 kunnen defect zijn. De schaalverlichting werkt dan echter niet bij aansluiting op een 110 V-net.
   b. Slecht contact in de spanningscaroussel.

3. Men gaat te werk volgens het gedeelte I in deze les.
   Bij punt 3 zal worden geconstateerd, dat geen gramofoonweergave mogelijk is.De spanning over de afvlakcondensatoren van het voedingsgedeelte wordt gemeten en blijkt normaal te zijn. Nu wordt een LF-signaal van een toongenerator of service-oscillator aan punt 1 toegevoerd (zie onderstaand vereenvoudigd schema van het LF-gedeelte).Met de signaltracer wordt nu achtereenvolgens op de punten 2, 3, 4, enz.gecontroleerd of het signaal doorkomt. Sluit men de meetpen bij punt 5 op de buishouder van B4 aan, dan zal het geluid niet meer doorkomen. De fout zit dus tussen de punten 4 en 5, d.w.z. de weerstand R21 of in de soldeercontacten van de punten 4 of 5.



4. Schema.



ANTWOORDEN

LES 39

1. Het toestel is 30 x 4 = 120 uur per maand aangesloten. Het verbruik per maand is dus 120 x 65 = 7800 Wh = 7,8 kWh.

2. Zonder voorschakelweerstand is de meter geschikt voor een spanning van $\frac{3}{1000} \times 30 = \frac{90}{1000}$ V = 90 mV.
   Met de voorschakelweerstand wordt het bereik
   $\frac{3}{1000} \times (3970 + 30) = \frac{3}{1000} \times 4000 = \frac{12000}{1000} = 12$ V

3. De spanning over de secundaire wikkeling bedraagt $\frac{125}{20} = 6,25$ V.
   De stroom in de secundaire wikkeling zal zijn 20 x 5 = 100 A. Aangezien het primair opgenomen vermogen gelijk moet zijn aan het secundair afgegeven vermogen, zullen de producten van spanning en stroom aan de primaire zijde en aan de secundaire zijde gelijk zijn.

4. De verschijnselen die zullen worden waargenomen zijn:
   a. Minder vervorming
   b. Minder geluid.

ANTWOORDEN

LES 40

1. Voor het vermogen geldt:

$W = I^2R = \frac{V^2}{R}$

Voor de stroom gebruiken we de formule: $W = I^2R$

$I^2 = \frac{W}{R} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25}$

dus $I = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5}$ A = 200 mA

De spanning berekenen we met behulp van de formule $W = \frac{V^2}{R}$

$V^2 = W \times R = 1 \times 50.000 = 50.000$

dus $V = \sqrt{50.000} = 224$ V

2. In resonantie is de impedantie van een serieketen gelijk aan de Ohmse weerstand van die keten ; in dit geval dus gelijk aan r.

De stroom in de serieketen is dus: $I = \frac{E}{r} = \frac{1}{20}$ A.

De spanning V_C over de condensator is $I \times X_C = I \times \frac{1}{6,28\ fC}$.

Hierin is f de resonantiefrequentie, die eerst moet worden bepaald.

Hiervoor geldt:

$$f = \frac{1}{6,28\ \sqrt{LC}} = \frac{1}{6,28\sqrt{\frac{1}{1000} \times \frac{22,5}{1.000.000.000.000}}} =$$

$$\frac{1}{6,28\sqrt{\frac{225}{10.000.000.000.000.000}}} = \frac{1}{6,28\ \frac{15}{100.000.000}}$$

$$\frac{100.000.000}{6,28 \times 15} = \text{ca. } \frac{100.000.000}{100} = 1.000.000 \text{ Hz} = 1.000 \text{ kHz}$$

$$\text{Dus } V_C = \frac{1}{20} \times \frac{1}{6.28 \times 1.000.000 \times \frac{22,5}{1.000.000.000.000}} =$$

$$\frac{1}{\frac{20 \times 141,3}{1.000.000}} = \frac{1.000.000}{2.826} = \text{ca. } 350 \text{ V.}$$

3. De frequentie van de zender is gelijk aan :

$f = \frac{300.000}{\text{golflengte}}$ kHz $= \frac{300.000}{1000} = 300$ kHz

Voor de oscillatorfrequentie geldt:
oscillatorfrequentie = zenderfrequentie + middenfrequentie:
dus oscillatorfrequentie = 500 + 300 = 800 kHz

4. De spanning van 75V staat over de weerstand in de schermroosterleiding. Door deze weerstand vloeit de schermroosterstroom van 1,5 mA. De waarde van deze weerstand moet dus zijn :

$$Rg2 = \frac{75}{\frac{1,5}{1000}} = \frac{75.000}{1,5} = 50.000 \text{ Ohm} = 50 \text{ kOhm}$$

Door de kathodeweerstand vloeit de anode- en schermroosterstroom.
Hiervoor geldt dus:
$Vg = (Ia + Ig2)\ Rk.$

$$\text{Dus } Rk = \frac{Vg}{Ia + Ig2} = \frac{3}{\frac{7,5}{1.000}} = \frac{3.000}{7,5} = 400 \text{ Ohm}$$

ANTWOORDEN

LES 41

1. Vanaf de antenne gerekend, zijn de functies van de onderdelen de volgende:
   S1 is de antennekoppelspoel, die inductief gekoppeld is met de afstemspoel S2. Deze spoel vormt met de trimmer condensator C2 en de afstemcondensator C4 de H.F. afstemkring. De buis B1 is een octode-mengbuis. Het H.F. signaal wordt toegevoerd aan het derde rooster (stuurrooster). Het eerste rooster functionneert als oscillatorrooster en het tweede rooster als oscillatoranode. R2 is de rooster-lekweerstand en C9 de roostercondensator van de oscillatorschakeling. De oscillatorkring wordt gevormd door de spoel S3, de afstemcondensator C3, de trimmer C7 en de padding condensator C8. S4 is de terugkoppelspoel die via de scheiding-condensator C6 in de anodeketen is opgenomen. De oscillatoranode (tweede rooster) wordt gevoed via de serieweerstand R4. In de anodeleiding van de mengbuis B1 bevindt zich de kring S5-C10 die deel uitmaakt van het eerste M.F. bandfilter. De tweede kring S6-C11 is inductief gekoppeld met de eerste kring. Het M.F.-signaal wordt dan aan het stuurrooster van de M.F. penthode B2 toegevoerd. Het schermrooster wordt gevoed via een serieweerstand R6 en ontkoppeld via de condensator C16. In de anodeleiding van B2 bevindt zich de kring S7-C14 die deel uitmaakt van het tweede bandfilter.
   De keten die gevormd wordt door de diode in B3, de kring S8-C15 en de weerstanden R7-R8 en R9 met C17 zorgt voor de gelijkrichting van het M.F. signaal.
   Het L.F. signaal ontstaat over de weerstanden R7-R8-R9 en wordt via C18 (koppelcondensator) aan het stuurrooster van de L.F. penthode toegevoerd. R10 is de lekweerstand voor deze buis. Het schermrooster van B3 wordt gevoed via de serieweerstand R11 en ontkoppeld door middel van de condensator C19. De weerstand R12 is de anode-koppelweerstand van B3. De versterkte L.F. spanning over deze weerstand wordt via de koppelcondensator C20 aan het stuurrooster van de eindbuis B4 toegevoerd. In de anodeketen van B4 bevindt zich de uitgangstransformator S9-S10, waarbij aan de secundaire zijde de luidspreker S11 is aangesloten.
   De negatieve roosterspanning voor B4 wordt betrokken van de weerstand R14 in de minleiding van het toestel. Deze weerstand is ontkoppeld door een grote capaciteit (C1).
   De buizen B1 en B2 krijgen een geringe negatieve roosterspanning van de weerstanden R8-R9. Tevens wordt hierin een onvertraagde regelspanning opgewekt die via de ontkoppelweerstand R5 in combinatie met de ontkoppelcondensator C12 aan de roosters B1-B2 wordt toegevoerd.
   De voeding voor de gloeidraden en de schermroosters en anoden van de buizen geschiedt door een batterij van 1,5 V en van 90 V. De condensator C22 is over de batterij van 90 V geschakeld en dient voor ontkoppeling voor de hoge frequenties.

2. Als de condensator C1 onderbroken is, ontbreekt de ontkoppeling van R14. Hierdoor krijgt men hetzelfde effect als bij een niet ontkoppelde kathodeweerstand d.w.z. minder gevoeligheid van de eindtrap, dus minder geluid bij een bepaalde zendersterkte.

ANTWOORDEN

LES 42

1. Een electronenstraal-oscillograaf kan worden gebruikt voor het meten van spanningen, door voor het scherm een geijkt raster aan te brengen.

2. Litzedraad wordt gebruikt voor het wikkelen van H.F.-spoelen.

3. De totale capaciteit van 2 in serie geschakelde condensatoren wordt kleiner dan de kleinste capaciteit.
   Aangezien C1 zeer veel groter is dan C2, zal in dit geval de totale capaciteit practisch gelijk zijn aan die van C2, dus ca. 100 pF.
   Men kan dit ook onmiddellijk zien aan de hand van de formule

$$C_{tot} = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

   Hierin is C2 verwaarloosbaar klein ten opzichte van C1, zodat men ook kan schrijven

$$C_{tot} \approx \frac{C1 \times C2}{C1} \approx C2$$

PHILIPS
TECHNISCHE BIBLIOTHEEK